Lane Medical Library

Peter Egge

Kiel

Über Starkstromverletzungen

Carl Hinstorffs Hofbuchdruckerei, Rostock

Über
Starkstromverletzungen

(An Hand von 15 Starkstromverletzungen,
beobachtet in der Kieler Chirurgischen Universitätsklinik;
aus den Jahren 1912/1929)

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Medizinischen Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Peter Egge
aus Heide i. H.

Carl Hinstorffs Hofbuchdruckerei, Rostock

N 53

Rektoratsjahr 1929/30.

Referent: Prof. Dr. Beck.

Correferent: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Anschütz.

Zum Druck genehmigt:

Prof. Dr. phil. et med. Otto Aichel, Dekan.

Meiner lieben Mutter

Dem Andenken meines Vaters

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154807_0004

Die Elektrotechnik hat in den letzten Jahrzehnten Riesenfortschritte gemacht und sich aller Gebiete menschlichen Schaffens, wie der Industrie, des Handwerks, der landwirtschaftlichen Betriebe, der Verkehrseinrichtungen und auch des ärztlichen Wirkungsbereiches bemächtigt durch die Röntgenuntersuchungsmethode und die Elektrotherapie. Überall dient sie den Menschen als Kraft und Lichtspenderin. Damit hat die Elektrizität aber auf Leben und Gesundheit der Menschen in gleichem Maße an Einfluß gewonnen. Mit ihr ist eine gänzlich neuartige Gefahrenquelle aufgetaucht. Zweifellos mehren sich entsprechend ihrer zunehmenden Verwendung auch die Zahlen der elektrischen Unfallverletzungen und der Todesfälle durch Elektrizität. Am meisten sind natürlich die Menschen gefährdet, die täglich in elektrischen Betrieben und Zentralen beschäftigt sind. Allen Sicherheitsmaßnahmen zum Trotz häufen sich hier die Unfälle infolge Unvorsichtigkeit und Nachlässigkeit derer, die täglich mit elektrischen Leitungen in Berührung kommen. Selten ist fremde Schuld die Ursache der Unglücksfälle, sondern zu allermeist unverantwortlicher Leichtsinn, oft auch Unkenntnis und Zusammentreffen unglücklicher Zufälle, die für den Betroffenen verhängnisvoll werden. Jedoch das gewöhnliche Publikum ist ebensowohl den Gefahren der Elektrizität zu Hause, z. B. durch schadhafte Licht- und Telephonanlagen, durch fehlerhafte Badeeinrichtungen usw. und auf der Straße, z. B. in der Straßenbahn und in den elektrischen Fernbahnen, durch gebrochene Telephon- und Starkstromleitungen usw. ausgesetzt. — In der Mehrzahl der Fälle hat das Unglück den Tod zur Folge. Relativ selten kommen diese Unglücklichen zur Sektion, weil die Todesursache klar liegt und deswegen die Leichen vom Gericht ohne weiteres freigegeben werden. Auch die Anzahl der Verunglückten, welche in klinischer Behandlung und Beobachtung bleiben, ist naturgemäß gering, zumal der Tod meistens sofort oder wenigstens binnen kurzer Zeit eintritt. Darunter hat besonders die Forschung in der Elektropathologie sehr zu leiden und diese bietet ohnedies genug des zunächst noch Rätselhaften und Unbekannten.

Eine statistische Orientierung über die seit dem Jahr 1909 in Preußen stattgefundenen Unfälle durch elektrischen Strom ist sicherlich von Interesse. Sie bestätigt, daß die Zahl dieser Unfälle

noch immer entsprechend der zunehmenden Elektrisierung des menschlichen Lebens wächst. Die Statistik des Preußischen Statistischen Landesamtes habe ich den Medizinalstatistischen Nachrichten von 1910—1929 entnommen. Sie sieht folgendermaßen aus:

Jahrg.	Gesamtzahl aller tödlichen Unfälle		Gesamtzahl der tödl. Unfälle d. elektr. Strom		Tödliche Unfälle durch elektr. Strom v. H. in %	
	männl.	weibl.	männl.	weibl.	männl.	weibl.
1909	11527	3007	70	1	0,61	0,03
10	12005	3107	82	0	0,68	0,00
11	13351	3459	101	1	0,75	0,028
12	13368	3350	155	1	1,15	0,03
13	13602	3291	186	2	1,36	0,06
14	14418	3582	181	2	1,26	0,06
15	12884	3735	166	3	1,28	0,08
16						
17						
18						
19	15696	4655	239	8	1,5	0,2
20	15608	3729	278	11	1,8	0,3
21	14173	3468	260	9	1,83	0,26
22	12289	3502	256	3	2,08	0,09
23	12232	3461	286	6	2,34	0,17
24	11303	3271	268	9	2,37	0,28
25	11974	3220	292	8	2,44	0,25
26	11486	3267	266	9	2,32	0,28

Entsprechend dem Steigen der Ziffer aller tödlichen Unfälle im preußischen Gebiete bis zum Abschluß des Jahres 1913 steigt der prozentuale Anteil der tödlichen Unfälle durch elektrischen Strom. Die Zahlen der Jahre 1914 und 15 sind sicher mit einiger Vorsicht zu beurteilen, weil bestimmt schon hier sich die Kriegsverhältnisse bemerkbar machen mit ihrem Mangel an eingearbeiteten Beamten, die zur Fahne mußten, der Einstellung von ungeschulten Hilfskräften im Preußisch-Statistischen Landesamt und in den Standesämtern, die doch das Urmaterial mit ihren Meldungen für die Statistiken liefern. Aus Ersparnisgründen mußten die statistischen Arbeiten auf das Notwendigste beschränkt bleiben. Deswegen fehlen in den folgenden Jahren bis 1918 einschließlich jegliche Zahlen über Unfälle durch elektrischen Strom. Bei den Zahlen aus dem Jahre 1919 ist zu beachten, daß Preußen infolge der Besetzung Posens durch die Polen eine erhebliche Gebietseinschränkung erfahren hat, welche damit auch für die Statistik nicht zu erfassen war. Außerdem ist die Gesamtzahl der tödlichen Unfälle natürlich infolge der inneren

politischen Kämpfe emporgeschnellt, weil diese viele Opfer an Menschenleben kosteten, die eine Verschiebung des Bildes in andere Richtung bewirkten. Auch 1920 erfuhr Preußen eine Verkleinerung durch den Raub des Memelgebietes, großer Flächen von Ost- und Westpreußen, durch die Abtrennung Danzigs und von Gebieten, die an Belgien, Dänemark und die Tschecho-Slowakei abgetreten werden mußten. Und schließlich wurde uns 1922 von Polen noch ein Drittel Oberschlesiens, ein dicht bevölkerter Industriebezirk genommen. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß durch Kriegsverluste über eine Million kräftiger, arbeitsfähiger Männer ausfallen, die vor allem sonst in ihrer Berufsarbeit Unfällen ausgesetzt sein würden. Dazu kommt mit Ausgang der Inflation die namentlich wiederum die Männer betreffende Arbeitslosigkeit. Andererseits ist der prozentuale Anteil der Frauen an den „elektrischen Unfällen" gestiegen entsprechend der wachsenden Zahl der erwerbstätigen Frauen. Damit Schritt hält natürlich auch ihre Mehrsterblichkeit. 1926 ist die Gesamtzahl der tödlichen Unfälle überhaupt wesentlich zurückgegangen und zwar schon ständig seit 1923 mit dem Fortfall der innerpolitischen Kämpfe. Auch die Zahl der elektrischen Unfallopfer hat sich verringert. Wenn man aber die Statistik durchliest, so ist festzustellen, daß die Zahl der Todesopfer durch elektrische Unfälle noch ständig wächst, vor allem prozentual entsprechend der Mehrverwendung der Elektrizität als Kraft- und Lichtquelle. Diese Tatsache sollte den Arzt und ebenso den Wissenschaftler zwingen, sich eingehender mit den gesundheitlichen Folgen des elektrischen Stromes vertraut zu machen. Wesentlich ist es natürlich, auch die solche Unglücksfälle auslösenden und begünstigenden Faktoren zu kennen. Daraus ist von den Ärzten und den Elektrotechnikern das Fazit zu ziehen, sowohl für die Prophylaxe und Therapie solcher Unfälle zum Wohle der Mitmenschen.

Der Gelegenheiten und der Art und Weise, wie es zu Unfällen durch elektrischen Strom kommt, gibt es viele. Entsprechend verschieden scheinen zunächst auch die klinischen Folgen zu sein. Aber bei Betrachtung einer Anzahl solcher Unfälle sind schließlich doch im wesentlichen zwei Haupttypen von Verletzungen zu trennen: nämlich solche, bei denen die Allgemeinerscheinungen, besonders die seitens des Nervensystems im Vordergrund stehen, und solche, bei denen die schweren lokalen Schädigungen ausgeprägter sind.

Vor der Besprechung und Schilderung der in der Kieler Universitätsklinik für Chirurgie seit dem Jahre 1912 beobachteten und behandelten elektrischen Unfälle ist es vielleicht angebracht, kurz die Faktoren klarzulegen, die einen Unfall bedingen und welcher Art die dadurch gesetzten Veränderungen des betroffenen Körpergewebes sind. Im wesentlichen beziehe ich mich dabei auf die Arbeiten von Prof. St. Jellinek-Wien.

Physikalische Faktoren.

Die Grundbedingung eines Unfalls durch elektrischen Strom ist der Übergang von Elektrizität in den menschlichen Körper. Der Mensch muß in einen elektrischen Stromkreis eingeschaltet sein. — Hat sich ein solcher Unfall ereignet, so erfährt der herbeigerufene Arzt in der Regel, der Verunglückte ist von einem elektrischen Strom von so und soviel Volt Spannung getroffen worden. — Unter Spannung wird der Druck verstanden, den die Elektrizitätsteilchen z. B. in einer Leitung aufeinander ausüben. Diese Spannung wird auch das Potential genannt. Die Potentialdifferenz zwischen den verschiedenen Stellen einer Leitung macht den elektrischen Strom. Die Spannungsunterschiede sind nämlich bestrebt sich auszugleichen. — Als praktische Einheit für die Potentialdifferenz wurde ein Volt (= 9,81 kgm) zur Messung gewählt. Unter 1 Volt ist die Arbeit zu verstehen, die geleistet wird, um eine bestimmte Elektrizitätsmenge (1 Coulomb) beispielsweise von einem Punkte A einer Leitung zum Punkt B zu bringen. Demnach ist Volt also die Einheit für die elektromotorische Kraft (E) eines elektrischen Stromes. — Bei der Fortleitung hat der elektrische Strom auch in einem Leiter Widerstand zu überwinden. Dieser wird in Ohm gemessen und mit einem Ohm ist der Widerstand gemeint, den ein elektrischer Strom in einer Quecksilbersäule von 106 cm Länge und 1 qmm Querschnitt zu überwinden hat. — Je größer der Leitungswiderstand, desto mehr verliert ein Strom an Spannung, d. h. es tritt ein um so erheblicherer Spannungsabfall ein. Die Größe des Spannungsabfalls wird wiedergegeben durch das Produkt $J \times W$, also aus der Stromstärke und dem Leitungswiderstand. Dieser Spannungsabfall ist für den Ausgang eines elektrischen Unfalls außerordentlich wichtig, denn je größer der Spannungsabfall ist, desto weniger unheilvoll ist die Wirkung des Stromes. Nur so vermag für einen unerwartet günstigen Ausgang eines Unfalls eine Erklärung gefunden werden.

Der größte Teil der Spannung geht bei der Überwindung des Übergangswiderstandes, also beim Stromübertritt von einem Leiter auf einen andern, beispielsweise auf den Menschen, verloren. Je inniger dabei die Berührung des Leiters mit dem Menschen ist, desto geringer wird der Übergangswiderstand und somit auch der Spannungsabfall sein. Jellinek (2) u. a. haben durch Tierexperimente bewiesen, daß der elektrische Strom nicht nur über die Körperoberfläche, sondern auch durch den Körper hindurch seinen Weg nimmt je nach der Widerstandsgröße, die sich ihm entgegenstellt. Beim Übergangswiderstand muß ein Eintrittswiderstand We und Austrittswiderstand Wa berücksichtigt werden. We ist der Widerstand, der sich dem Stromeintritt und Wa der Widerstand, der sich dem Stromaustritt darbietet. Dazwischen liegt der Streckenwiderstand oder Gewebs-

widerstand Wg, den das Gewebe dem durchfließenden elektrischen Strom bereitet. — Für den Grad der gesundheitsschädigenden Wirkung des elektrischen Stromes ist in funktioneller Abhängigkeit von der Spannung (E) der Leitungswiderstand (W) und die Stromstärke (I) ausschlaggebend. Diese wird nach dem Ohm'schen Gesetz I = E : W berechnet, wobei E = Stromspannung, W = Leitungswiderstand und I = Stromstärke ist. E wird in Volt, W in Ohm und I in Ampere gemessen. (In der Elektrotechnik sagt man, ein Strom hat die Stärke von 1 Ampere, wenn eine bestimmte Elektrizitätsmenge in der Zeiteinheit durch den Leiterquerschnitt fließt.)

Die elektrischen Ströme mit niedriger Spannung, also geringer Voltzahl, wie z. B. die in den Telephon-, Telegraphen- und Radioanlagen sind solange ungefährlich für den Menschen, als sie nicht durch unglückliche Zufälle Nebenschluß an schadhafte Starkstromleitungen finden. Als untere Grenze für noch gefährliche Stromspannungen gilt 40—60 Volt. Bei 65 Volt sind unter für die Betroffenen besonders ungünstigen Umständen mit Sicherheit tödliche Verletzungen beobachtet worden. Starkströme von 100—150 Volt Spannung sind mit Vorsicht zu behandeln, solche mit über 200 Volt gefährlich und über 500 Volt in der Regel tödlich. Noch ist es wohl unentschieden, ob Gleich- oder Wechselstrom gefährlicher ist. Jedenfalls hängt die für den menschlichen Organismus so verheerende Wirkung des Wechselstromes wohl mehr von der Polwechsel- oder Periodenzahl ab, als von der Spannung, denn je geringer die Periodenzahl, desto gefährlicher ist eine Berührung mit einer Leitung. Jellinek (2) hielt früher den Wechselstrom unter sonst gleichen Bedingungen für gefährlicher. Neuerdings hat er (8) auf Grund von Erfahrungen in der Unfallpraxis und der Ergebnisse der Tierversuche sich aber zum gegenteiligen Standpunkt bekannt.

Die Wirkung der Stromstärke auf den Organismus bei den elektrischen Unfällen ist natürlich abhängig von dem sich im Verlauf des Stromweges darbietenden Widerstand. Je geringer dieser ist, desto größer ist die sich dann für den Betroffenen auswirkende Stromstärke. 0,03 Ampere soll für den Menschen gerade noch zu ertragen sein, während 0,1 Ampere lebensgefährliche Wirkungen hat. — Glücklicherweise ist bei vielen Unglücksfällen der Übergangswiderstand und demzufolge auch der Spannungsabfall so groß, daß dadurch der Strom nicht in seiner ganzen Stärke zur Auswirkung kommt und schweres Unheil verhütet wird. Denn in der Regel geschieht doch bei den elektrischen Unfällen die Berührung des Leiters nur flüchtig mit dem Körper oder dem dazwischen liegenden Medium, wie Luft und Kleidung. Vom Übergangswiderstand und seiner Einteilung in den Eintritts-, den Strecken- und Austrittswiderstand, (We, Wg und Wa) war schon Erwähnung getan. Werden diese Werte in das Ohm'sche Gesetz eingesetzt, so lautet diese für die Be-

rechnung der bei einem Unfall einwirkenden Stromstärke wichtige Formel: I = E : (We + Wg + Wa). Nach Jellineks Ausführungen ist der Strecken- oder Gewebswiderstand im Vergleich zu We und Wa so gering, daß demnach nur die Kraft des elektrischen Stromes durch diese letzteren gebrochen werden kann. Dabei ist der Eintrittswiderstand der wichtigste Faktor und Wa gewissermaßen als Reservehilfe des Organismus aufzufassen. We ist umso kleiner, je fester der Kontakt bei der Überleitung, je größer die Kontaktstelle und je mehr Berührungsflächen (Bi- und multipolare Berührungen) vorhanden sind. Ferner verringert sich der Eintrittswiderstand im direkten Verhältnis zur Dauer der gewebszerstörenden Stromwirkungen, wie Jellinek experimentell nachweisen konnte. Der Grund dafür ist in der Gewebsveränderung zu suchen. Jellinek (5) sagt also und hat es auch belegt, daß die Stromstärke nicht nur durch die längere Wirkungsdauer, sondern auch infolge der durch die Gewerbszersetzung eintretenden Widerstandsverringerung an der Übergangsstelle verheerendere Folgen verursacht, weil ihre Größe wächst. Für die Widerstandsgrößen der verschiedenen Gewebsarten im menschlichen Körper fand Jellinek (5) bei seinen systematischen Widerstandsmessungen folgende in Ohm angegebenen Mittelwerte:

Leber	900 Ω	Niere	1000
Muskel	1500	Hirn	2000
Sehnen	10000	Knorpel	50000
Knochen	300000	Oberschenkelhaut	2000000 (Mann)
Nerv (Ichiadicus)	200000	Oberschenkelhaut	200000 (Frau)

Gewebsflüssigkeiten:

Harn	1200	Blutserum	2700
frisches Blut	4000	defibr. Blut	2400
Gelenkflüssigkeit	4400		

Diese Zahlen stellen natürlich keine absoluten Werte dar. Sie haben vielmehr nur Vergleichswert. Aus ihnen ergibt sich gleichzeitig, wie gering der Gewebswiderstand gegen We und Wa ist. Genügt der Eintrittswiderstand nicht, die Kraft des elektrischen Stromes zu brechen und ist der Austrittswiderstand groß genug dazu, so wird der vom Strom Getroffene auf diese Weise vor körperlichem Schaden bewahrt. Diese Tatsache wird bestätigt durch die auf hohen Leiterwagen isoliert stehenden, an Oberleitungen arbeitenden Monteure. Bei ihnen liegt der Eintrittswiderstand We in den Händen und der Austrittswiderstand Wa in den Füßen, wie bei den meisten Menschen, weil sie durchweg in stehender Haltung arbeiten. Diese Monteure legen und prüfen Oberleitungen, Gleichstromleitungen von 500 Volt Spannung, ohne Verletzungen zu erleiden. Sie stehen gut isoliert. Der Austrittswiderstand ist in diesen Fällen

unendlich groß und der in den Körper eintretende Ladestrom passiert diesen ohne nachteilige Folgen, weil er nur sehr schwach ist. Ist jedoch auch der Austrittswiderstand nicht groß genug, vielleicht sogar gering, dann kann schon ein Gleichstrom von 95 Volt Spannung den Tod eines Menschen sofort herbeiführen. Dieses hat Jellinek (2) an dem tödlichen Unfall eines Monteurs erlebt, der mit seiner Hand einen blanken Leiter berührte, während er barfuß in Zuckermelasse und Pottasche stand. Dadurch war sein Wa außerordentlich gering und dies wurde ihm zum Verhängnis. Die Erde stellt in diesem Falle den zweiten Pol dar. Ist diese trocken, rein und hart, so bietet sie einen großen Widerstand. Dieser Widerstand ist dagegen sehr klein, wenn sie feucht, mit Salzen vermischt und schmierig ist. Öl ist ebenfalls ein schlechter Leiter. Deswegen sind ölige Betriebe weniger gefährlich. Das Gleiche hat natürlich auch für die Kleidung Gültigkeit. Hinfällig ist ein gewisser Schutz durch trockene Kleidung, sobald Metallgegenstände mitgetragen werden, wie z. B. Schlüssel, Taschenmesser, Eisen und Nägel an den Schuhen. — Noch einen wichtigen Schluß lassen die erwähnten Widerstandsmessungen Jellineks zu, über den Stromverlauf und die Stromverteilung im menschlichen Körper. Eine Erfahrungstatsache der Elektrotechnik ist, daß der elektrische Strom nie den nur räumlich kürzesten Weg wählt, sondern den mit dem geringsten Widerstand. Daraus und aus den Widerstandsvergleichsmessungen darf wohl gefolgert werden, daß der Verlauf des einen menschlichen Körper passierenden elektrischen Stromes wellenförmig, gewunden und nicht gradlinig sein wird. Die Stromdichte ist von der Stromrichtung abhängig. Beide sind mitverantwortlich für den Endeffekt bei einer Strompassage. Denn kommen edlere Organe, wie z. B. das Gehirn, Halsmark, Herz usw. in die Stromrichtung und größte Stromdichte zu liegen, so werden diese natürlich um so mehr geschädigt. Damit wächst gleichzeitig auch die Existenzgefahr für den Gesamtorganismus.

Sobald der elektrische Strom auf den Menschen übergetreten ist, wird seine Energieform in eine thermische, chemische bzw. elektrolytische, rein elektrische und mechanische Energie umgesetzt. — Jeder Leiter kann seinem Durchschnitt entsprechend nur einen Strom von gewisser Intensität führen. Von dem Augenblick an, wo diese überschritten wird, setzt sich diese Stromintensität in Wärme = Joule'sche Wärme um. Ein Metalldraht z. B. wird infolgedessen schmelzen oder sogar gasförmig verpuffen, wenn die Stromstärke und Spannung in einem sehr großen Gegensatz zu dem geringeren Leitungsvermögen des Drahtes steht, d. h. es tritt sofort Kurzschluß ein. So ist auch der für das Verständnis der bei elektrischen Unfällen entstehenden brandwundenähnlichen Verletzungen so außerordentlich wichtige Vorgang. Diese Verletzungen sind also eine Folge des gasförmig verpuffenden Leiters, der dabei entstehenden außerordent-

lich hohen Joule'schen Wärme, unterstützt durch einen sich gleichzeitig abspielenden chemisch elektrolytischen Umwandlungsprozeß in dem beteiligten Gewebe. Diese Entstehungsart ist also eine ganz andere als die gewöhnlicher Brandwunden. Deswegen verhalten die Wunden sich so verschieden beim Heilungsprozeß. Die Gewebsarten des menschlichen Körpers, die dem elektrischen Strom verschieden großen Widerstand darbieten, vermögen bis zu einem entsprechenden Maße ohne Schaden Elektrizität zu leiten. Wird jedoch die Stromstärke oder -spannung zu hoch, so tritt auch hier, wie in der Elektrotechnik, Entwicklung von Joule'scher Wärme ein und infolgedessen Gewebsveränderung. Wie in der Technik diese Wärme aus dem Metalldraht entstanden ist, so ist sie auch hier aus den Gewebszellen des als Stromleiter dienenden Gebietes produziert. Die Joule'sche Wärme wird also nicht von außen herangetragen, und wirkt dann verändernd auf das Gewebe, z. B. die Haut, Fascie usw., sondern die Kalorienbildung stammt aus den Gewebszellen selbst. Die durch diese vermehrte Wärmeentwicklung sich auch im übrigen Körper bemerkbar machende erhebliche Temperatursteigerung konnte Jellinek noch lange nach dem Tode feststellen. – Die mechanische Stromwirkung wird dokumentiert durch eine Schleuderbewegung des Betroffenen, die sich wohl zusammensetzt aus einer instinktiven Fluchtbewegung und einer plötzlichen tetanischen Kontraktion der Körpermuskulatur. Die mikroskopischen Spuren der rein mechanischen Stromenergie sind außerordentlich vielgestaltet und erwecken einmal den Eindruck, wie wenn eine reine stich-, schnitt-, stoß-, zugartige oder bohrende Wirkung stattgefunden hat an den Kleidern oder dem Gewebe des Betroffenen. Dabei fehlen jegliche Spuren von elektrolytisch-thermischer, chemischer oder Brandwirkung. Jellinek (21) bringt dafür als Unterlagen in anschaulicher Weise Beispiele von schnittartigen Gewebsdurchtrennungen an Fingern, an Gefiederdefekten von Vögeln durch Starkstromberührung entstanden. Diese erwecken den Eindruck, wie wenn sie mit der Schere herausgeschnitten wären. Ferner zeigt er lochförmige scharfrandige Durchtrennungen von Kleidungsgegenständen und endlich an Hand von mikroskopischen Bildern Zugwirkung des passierenden Stromes in der Haut in der Weise, daß kubische und polyedrische Zellen und Kerne zu langen Stäbchen, Palisaden und Federn ausgezogen werden. Andere Autoren (27, 28, 30, 31, 32) beobachteten ähnliche Hautveränderungen mit Vakuolenbildungen infolge thermisch-mechanischer Stromeinwirkung. Die Wirkung der elektrischen Energieform legt Jellinek (2) dar durch eine Massenverschiebung von feinsten Zellen und Gefäßen, die durch die „Berührung mit Strom“ vielleicht auch eine Volumenänderung, eine Deformation erleiden, die diese elastischen Gewebe bis zu einem gewissen Grade ertragen, andernfalls aber

kommt es dadurch zu Änderungen des molekularen Aufbaues, zu Zerreißungen, zu Kernverlagerungen usw. Je nach der Schwere dieser Veränderung und je nachdem sie reparabel sind oder nicht, kommt es zu leichteren vorübergehenden Funktionsstörungen oder zu ernster Gesundheitsstörung bzw. zum Tode. — Die Resultierende dieser thermischen, chemisch-elektrolytischen, mechanischen und endlich elektrischen Stromwirkung bezeichnet Jellinek als animalischen Effekt ganz analog dem Elektrotechniker, der die Wirkung seines Stromes, eine äußere Arbeit, elektrischen Effekt oder Stromeffekt nennt, und sie mathematisch berechnet aus dem Produkt der Stromstärke und -spannung pro Zeiteinheit $= I \times E \times t$. Diese Größe wird angegeben in Volt-Ampere oder Watt. Dabei stellt er sich unter einer Effekteinheit 1 Watt die Leistung eines Gleichstromes von einem Volt (E) und 1 Ampere (I) pro Sekunde vor. Erwähnt sei nebenbei, daß er unter 100 Volt-Ampere oder Watt 1 Hektowatt, unter 1000 Volt-Ampere oder Watt 1 Kilowatt versteht. Der Techniker spricht in der Praxis von Wattstunden (Hekto- bzw. Kilowattstunden), d. h. von jener Arbeit, die einen Strom von 1 Watt (Hekto- bzw. Kilowatt) pro Stunde liefert.

Somatische Faktoren.

Eine genaue Messung des elektrischen Effektes ist in der Unfallpraxis kaum oder wenigstens nur sehr schwer mit Instrumenten durchzuführen. Diese Größe ist von zu vielen Faktoren abhängig, die außerordentlich variieren können, wie z. B. schon die je nach den Umständen größeren und kleineren Widerstände. Indes ist eine solche genaue Feststellung des beim Unfall wirksamen elektrischen oder Stromeffektes durchaus nicht unbedingt notwendig. Es genügen schon mutmaßliche Zahlen.

Außer diesen nicht immer in ihrer Wirkung nur einigermaßen zu wertenden physikalischen Faktoren sind noch physiologische, sog. somatische Bedingungen mit bei der Bewertung des animalischen Effektes eines elektrischen Stromes in Betracht zu ziehen. Es ist wesentlich, in welcher körperlichen und psychischen Verfassung sich ein Individuum in dem Augenblick befindet, in dem es vom Strom getroffen wird. Solche mit körperlichen Leiden, wie z. B. Herz- oder Lungenleiden, mit Erkrankung des Zentralnervensystems, mit Stoffwechselstörungen, mit Hyperplasie des Lymphfollikelapparates und Persistenz der Thymusdrüse usw. (30) sollen nach den bisherigen Beobachtungen dem elektrischen Trauma schneller erliegen. Denkbar ist auch, daß die Wirkung eines bestimmten Stromes eine andere ist, je nachdem, ob ein Mensch absichtlich oder ganz überraschend mit einem Leiter in Berührung kommt. Seine Reaktion ist dementsprechend verschieden. Schon dieser unerwartete Stromeinbruch in die Psyche kann gefährlich werden. Jellinek (2) erwähnt in dieser Beziehung auch eine Beobachtung Aspinalls.

Dieser sah, wie zwei schlafende Monteure mit einer lebensgefährlichen Hochspannungsleitung in Berührung kamen, ohne außer lokalen Brandwunden lebensgefährliche Verletzungen zu erleiden. Ganz ähnlich wie diese Beobachtung sind wohl auch die Resultate von Jellineks Narkoseversuchen zu erklären, bei denen Kaninchen mit beginnender letaler Chloroformwirkung durch den sonst für sie tödlichen elektrischen Strom geradezu gerettet und wach wurden. In beiden Fällen mag der Fortfall des psychischen Traumas für den unerwartet günstigen Ausgang mit von Bedeutung sein. Und endlich haben diese Experimente mit elektrischem Strom bewiesen, daß die verschiedenen Tierarten sich dem elektrischen Trauma gegenüber recht ungleich verhielten.

Alle die physikalischen und somatischen Faktoren, die mitbestimmend sind für den animalischen Effekt, hat Jellinek (2 u. 5) in der folgenden Formel zusammengefaßt:

$$A_E = \rho \frac{V \cdot A \cdot t \cdot P \text{ (oder } x = P)}{\Omega} \cdot K_1 \cdot K_2$$

wobei A_E = animalischer Effekt, ρ = Stromrichtung, V = Stromspannung in Volt, A = Stromstärke in Ampere, P = Polzahl, Ω = Widerstand in Ohm, K 1 und K 2 zwei Konstanten je für den Status somaticus vor dem Unfall und die Tierart darstellen. In Worten ausgedrückt besagt diese Formel also: Der animalische Effekt eines elektrischen Traumas ist um so stärker, je mehr und je größere Kontaktflächen vorhanden sind und wenn der Mensch direkt in den Stromkreis eingeschaltet ist, um so stärker, je größer die Spannung, die Stromstärke und je länger die Einwirkungsdauer des Stromes ist. Dagegen ist der animalische Effekt um so kleiner, je größer der Stromwiderstand ist.

Der animalische Effekt eines Stromüberganges auf einen Menschen ist also nach dem Vorhergesagten von den verschiedensten Faktoren abhängig. Dem entsprechen die klinischen Symptome in den Fällen, wo der elektrische Kontakt mit einer Starkstromleitung nicht sogleich den Tod zur Folge hat. Ebenso verständlich werden dann auch die voneinander abweichenden, wechselvollen pathologisch-anatomischen Gewebsveränderungen bei durch elektrischen Strom getöteten Menschen. — Ein Stromübergang kann sichtbar durch Bildung eines Lichtbogens unter enormer Wärmeentwicklung oder auch unsichtbar bei engem Kontakt mit dem stromführenden Leiter vor sich gehen. Die Wirkung des elektrischen Lichtbogens ist eine rein lokale, falls sie nicht zu lange dauert und beschränkt sich auf Hautverbrennungen, Haarversengungen, Verkohlung von Kleidungsstücken. Diese so gesetzten Wunden sind als echte Brandverletzungen zu bezeichnen. Eine ernste gesundheitsschädliche Tiefenwirkung auf die übrigen inneren Organe sieht man selten. Dann müßte die Verbrennung schon einen erheblichen Teil der Körperoberfläche in Mitleiden-

schaft gezogen haben und diese kann nur durch zeitlich verlängerte Einwirkungsmöglichkeit dieser Art einmaligen Übergang von Elektrizität verursacht werden. — Ganz im Gegensatz dazu stehen die Verletzungen durch unsichtbaren Stromübertritt, zumal schon die Wirkung sich nicht an der Decke erschöpft, sondern in die Tiefe dringt. Der Strom führt ja auf dem Wege des geringsten Widerstands durch den Körper und wird natürlich auf diesem Wege Organschädigungen hinterlassen. Danach wären also oberflächliche oder lokale, innere oder Allgemeinerscheinungen der Verletzungen zu unterscheiden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich als Folge dieser unmittelbar mit dem Trauma auftretenden Schäden später noch als notwendiges Produkt dieser andere krankhafte Veränderungen bemerkbar machen können.

Die lokalen Gewebszerstörungen sind am ausgesprochensten an den Stromübergangsstellen, d. h. am Orte des Ein- und Austritts (21, 27, 28, 31, 32). Naturgemäß ist die Haut am schwersten dabei getroffen. Indes können solche Gewebsveränderungen gänzlich fehlen, wenn der Übergangswiderstand der Haut außerordentlich gering ist. Am häufigsten sind aber grobanatomische Zerstörungen, wie lochförmige, schußähnliche Hautdefekte mit verkohlten, geschwärzten oder auch grauweißen, wie gegerbt aussehenden Rändern, scharfrandige lineare tiefgehende Durchtrennungen der Haut und des darunterliegenden Gewebes. Die nächste Umgebung dieser Wunden kann erytheme, oedeme und Verbrennungen verschiedenster Grade zeigen. Diese sind sekundär durch in Brand geratene Kleider oder auch durch bei der Berührung eingetretenen Kurzschluß mit Durchbrennen und gasförmiger Verpuffung des Leiters entstanden. Sie sind als echte Brandwunden zu behandeln. Die Erytheme und Oedeme führt man auf reine Wärmewirkung und Vasoparalyse zurück. Die verschiedene Entstehungsart der echten Brandwunden und der durch elektrolytisch-thermische Wirkung hervorgebrachten Brandwunden ähnliche Gewebsveränderungen machen ihr ungleiches Verhalten im Verlauf der Heilung verständlich. Schmerzlosigkeit, Neigung zur Vergrößerung zunächst kleiner oberflächlicher Wunden in die Tiefe und Breite nach einem gewissen Latenzstadium, Tendenz zu aseptischer und langsamer Heilung sind die besonderen Merkmale dieser. Oft werden nur punktförmige Sugillationen auf der Haut gefunden oder spezifische Stromspuren in Gestalt von knorpelartigen, stearinähnlichen, glänzenden, gefühllosen, homogenen und verschiedenfarbigen Gewebsstellen, die sich nach einiger Zeit in toto abstoßen. Der Defekt heilt glatt ohne narbige Verziehungen. Diese spezifische, elektrolytisch-thermische Stromspur ist nicht immer sofort nach dem Trauma zu erkennen. Zuweilen stellt sie sich erst 8—14 Tage später ein (23). Nicht selten ist eine Metallimprägnation der Hautkontaktstelle. Sie ist so zu deuten, daß bei Kurzschlüssen ein Teil des metallischen Leiters gasförmig verpufft, in die Epi-

dermis eindringt und die Haut in der nächsten Umgebung grünlich-schwärzlich punktiert. — Bei innigem und längerem Kontakt reichen die Weichteilnekrosen meist bis auf die Knochenunterlage und ist auch der Knochen erheblich mit geschädigt. Es sind einfache bräunlich, glasartige Veränderungen mit Eindellungen bis zur regelrechten scharfrandigen, vollständigen, bis auf die Dura reichende Defekte, z. B. am Schädel beschrieben worden (20). In einigen Fällen waren als Überreste der entstandenen Knochenlücke nur kugelartige, hohle, glasige Gebilde als Zeugen der gewaltigen thermisch-elektrolytisch chemischen Wirkung geblieben (21). Sie bestehen aus phosphorsaurem Kalk. Typisch für die elektrischen Knochenverletzungen ist die häufig außerordentlich langsame Sequestrierung und Loslösung des Knochensequesters (15, 20). — So gering und wenig charakteristisch der mikroskopische Befund der inneren Organe bei Starkstromverletzungen erlegenen Menschen ist, so wertvolle Ergebnisse haben die makro- und mikroskopischen Untersuchungen insbesondere des peripheren und Zentralnervensystems geliefert (2). In vielen Fällen sind punkt-, strich- und flächenförmige Blutungen in der Hirnrinde schon makroskopisch erkennbar festgestellt worden. Ähnliche Blutungen treten auch überall im Rückenmark auf. Sie ist mit Vorliebe lokalisiert in der grauen Substanz und zwar in den Vorderhörnern und der substantia grisea in der Nähe des Zentralkanals, gelegentlich auch in den Hinterhörnern. Mikroskopisch handelt es sich um perivasculäre Blutungen infolge Rupturen der kleinen Hirn- und Markgefäße, die stellenweise außerordentlich strotzend mit Blut gefüllt sichtbar sind, um Herausreißen von Ganglienzellen aus ihrem Verband, um Zerreißung dieser Zellen, Kernverlagerung, Tigro- und Chromatolyse in ihnen. Dabei können auch stärkere Blutungen entstehen mit rißförmiger Durchtrennung von Gehirn- und Rückenmarksubstanz. Sind diese Blutextravasationen geringfügig, so ist eine restitutio ad integrum möglich. Bei ausgedehnteren Blutungen und Zellzerstörungen in der Nervensubstanz ist diese ausgeschlossen. Vielmehr werden daraus organisch bedingte Späterscheinungen je nach dem Sitz des Leidens resultieren, wie z. B. Lähmungen, Sensibilitätsstörungen, tropho-neurotische Erscheinungen usw.

Über die eigentliche Todesursache ist wohl bisher noch keine Klarheit erzielt. Während Rodenwaldt u. a. diese anatomischen Veränderungen im Zentralnervensystem und Rückenmark nicht bestätigen konnten und den tötlichen Ausgang eines elektrischen Unfalls zur Hauptsache auf eine Schädigung des Herzens — wobei offen gelassen wird, ob direkte Schädigung der Muskeln oder Ganglien — zurückführen, legt Jellinek bei der Entscheidung der Todesursache den größten Wert auf die pathologisch-anatomischen Untersuchungsergebnisse am Gehirn und Rückenmark. Er beruft sich dabei auf seine praktischen

Erfahrungen und tierexperimentellen Resultate. Der Tod kann blitzartig im Augenblick der stattgefundenen Stromwirkung eintreten. Die lebensgefährliche Verletzung durch diese kann sich dokumentieren im Herzstillstand mit allmählich aussetzender Atmung oder auch im Atemstillstand, wobei noch oft das Herz weiterschlägt. Diese letzten Symptome sind nur als „Manifestationen des eintretenden Todes" (2) zu werten, denn es sind Fälle genug publiziert worden, wo die sofort eingeleiteten Wiederbelebungsmaßnahmen erfolgreich waren. Je nach dem Orte und der Ausdehnung der anatomischen Läsion im verlängerten Mark, dem Sitz der lebenswichtigen Zentren (Vaguskern, Zentrum für die Atmung und Wärmeregulierung), wird klinisch entsprechend die Herz- oder Respirationslähmung mit Temperatursteigerung in den Vordergrund treten. Diese anatomische Wirkung findet in der psychischen Komponente des Traumas zweifellos eine wichtige Unterstützung.

Es seien nun im Anschluß an vorstehende Ausführungen die Krankengeschichten von den durch elektrischen Starkstrom verunglückten Patienten, die in der Kieler Universitätsklinik für Chirurgie seit 1912 zur Beobachtung kamen und behandelt wurden, wiedergegeben.

1. FALL.

Maurer W. Pl. aus Sch., 19 Jahre alt, ist am 19. 4. 1912 mittags ½12 Uhr mit seinem Rad von Sch. nach A. gefahren. Am 20. 4. morgens 6 Uhr wurde er bewußtlos, in einem Straßengraben liegend aufgefunden, und zwar in der Nähe eines eisernen Mastes der Überlandzentrale. Die Leitung führt nach Rückfrage an das Bürgermeisteramt A. 11 000 Volt Hochspannung. Der gerufene Arzt überweist den Verunglückten sofort in die Klinik.

Befund: Großer kräftiger Körperbau, guter Ernährungszustand. Auf Fragen antwortet Pl. nur unklar. Er will sich des Vorganges, durch welchen er verunglückt ist, nicht mehr erinnern. — Temp. 38,4. Herz und Lungen o. B.

Lokalbefund: Der linke Fuß ist bis oberhalb der Knöchel geschwollen, leicht blaurötlich verfärbt und kalt. Die Sensibilität ist in diesem Gebiet erloschen, ebenso fehlt die Motilität in den Zehen. Am kleinen Zehenballen ist auf der Sohle und auf dem Fußrücken je ein zweimarkstückgroßes, die Weichteile bis auf den Knochen durchsetzendes, schwärzlich verfärbtes Loch. Das diesen Defekt umgrenzende Gewebe ist verkohlt und riecht dementsprechend. Beide Knie sind auf den Streckseiten blaurötlich verfärbt und fühlen sich daselbst und in den Kniekehlen im Gegensatz zum Ober- und Unterschenkel eiskalt an. Beide Arme sind vom Schultergelenk abwärts geschwollen, ebenfalls blaurötlich verfärbt und fühlen sich derb an. Motilität und Sensi-

bilität fehlen. Krallenstellung beider Hände; am linken Zeigefinger Mittelgelenk eröffnet; Weichteile distalwärts verkohlt. Die Haut beider Vorderarme ist nach Art einer Verbrennung zweiten Grades abgeschunden, z. T. hängt sie noch in Fetzen herunter. In beiden Ellenbogen ist die Haut auf der Streck-Beugeseite derb lederartig. Beide Arme in spitzwinkliger Beugekontrakturstellung, lassen sich nur mit Gewalt bis zum rechten Winkel strecken. Auf der Innenseite beiderseits mehrere zirkelförmige 12 : 2 cm messende Striemen, an welchen die Haut stellenweise blasenförmig abgehoben ist; in den Achselhöhlen ebenfalls.

Diagnose: Starkstromverbrennung 1.—3. Grades der Arme und des linken Fußes.

Therapie: An beiden Ober- und Unterarmen werden bis zu 20 cm lange Entspannungsschnitte durch die Haut und das Unterhautgewebe bis auf die Faszie gelegt. Ebenso an den Vorderarmen, Handrücken und am linken Fuß, soweit die Sensibilität aufgehoben ist. Die Zehen und Fingerspitzen werden mit einem Nösskeschen Bogenschnitt versehen. Beide Endglieder des rechten Zeigefingers werden exartikuliert. Trockener Verband, heiße Luftkästen über Oberkörper und Füße.

Verlauf: Pl. ist sehr unruhig, wirft sich umher. 4 Uhr nachmittags eine Spritze Morphium + 2,0 Chloralhydrat. Daraufhin schläft er ein und bekommt er noch eine subkutane Kochsalzinfusion von 2 Ltr. Pl. wird katheterisiert wegen Urinverhaltung, ohne daß ein Tropfen gewonnen wird. Urin wird dann durch Blasenpenetration gewonnen. — *Befund:* Haemoglobinurie. Reaktion sauer, geringe Spuren Eiweiß. Mikroskopisch: massenhaft granulierte Zylinder, einzelne Erythrozyten und Leukozyten. — Nach Anlegen der Nösskeschen Schnitte waren an Beinen und Armen heiße Luftkästen appliziert worden, unter deren Wirkung die linke Hand stark nachgeblutet hatte. Pl. wurde sehr unruhig und schlug völlig verwirrt im Bett um sich. — Morphium, Chloralhydrat, Isopral. — Abends 11 Uhr exitus.

Sektionsbefund: 24. IV. Ausgedehnte Verbrennungen an beiden Händen und Armen, sowie am linken Fuß. Fehlen der beiden Endphalangen des rechten Zeigefingers. Große tiefe Schnittwunden an Händen und linken Oberschenkel. Frisches interstitielles Emphysem an beiden Oberlappen, mäßige Hyperaemie beider Lungen.

Herz: weite Ventrikel, fettige Degeneration der Aorta. — Eigentümliche blasse weiche Leber. — Trübe Nieren. — Atrophische Stellen der Magenschleimhaut. Kleine Hämorrhagien in der Magenschleimhaut.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Die Bewußtseinstrübung beim Auffinden des Verunglückten; schwerste Gewebsveränderungen am linken Fuß und beiden Armen mit totaler

Anästhesie, Lähmung und zyanotischer Schwellung. Tetanische Beugekontrakturhaltung beider Arme. Urinverhaltung.

b) in forensischer Beziehung: Charakteristisch veränderte Stromübergangsstellen und Stromnarben an den Armen und am linken Fuß. Pl. wurde bewußtlos in der Nähe eines eisernen Mastes der Starkstromüberlandleitung gefunden.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Da niemand Augenzeuge war und nähere Angaben über die Verhältnisse am Unfallorte jetzt nicht zu erfahren sind, ist eine Rekonstruktion des Vorganges, dem Pl. zum Opfer fiel, kaum möglich. Vielleicht ist es so gewesen, daß eine Isolierungsvorrichtung am Mast schadhaft war und die Hochspannungsleitung durch den eisernen Mast Erdschluß hatte. Pl. wird vermutlich sein Rad haben gegen den Mast lehnen wollen oder hat diesen sonstwie mit den Fingern berührt und ist auf die Weise in den Stromkreis geraten. Der Stromeintritt scheint an den oberen Extremitäten und der Austritt am linken Fuß erfolgt zu sein.

2. FALL.

Elektrizitätsarbeiter H. L. aus O. i. H., 25 Jahre alt, berührte am 22. XII. 1914 beim Reinigen eines Transformatorenhäuschens mit dem Kopf einen Draht einer 30 000 Volt Hochspannungsleitung. L. war etwa 10 Minuten bewußtlos, konnte sich dann erheben und weitergehen. Er hatte an der rechten Kopfseite eine Verbrennung erlitten und war deswegen in ärztlicher Behandlung. 6 Tage nach dem Unfall wird L. in die Klinik eingewiesen, weil die Kopfwunde keine Heilungstendenz zeigt.

Befund: Großer junger Mann im leidlichen Ernährungszustand. Puls 72, gut. Temp. 37,2. Herz und Lungen o. B.

Lokalbefund: Der rechte Scheitelbeinknochen liegt in gut Zweimarkstückgröße frei, ist periostlos und bräunlich gefärbt. Die Umgebung zeigt Verbrennungen 1.—3. Grades.

Diagnose: Starkstromverbrennung 1.—3. Grades am rechten Scheitelbein mit Knochensequestrierung.

Therapie: Entfernung des Sequesters. Salbenverbände.

Verlauf: 5. II. Bei der Demonstration wird der Dreimarkstück große Sequester abgehoben. Auf der freiliegenden dura mater Granulationen mäßiger Güte. Die dura pulsiert. — Steriler Verband. Temp. abends 37,4, Puls 74, stets gut. — 7. III. Ätzen der stark wuchernden Granulationen mit lapis infernal. Borsalbe. — 17. III. Dauernd normaler Temperaturverlauf. Wohlbefinden. Nach zunehmender Heilung durch gute Granulationen beginnende saumförmige Epithelisierung. Entlassung zur Nachbehandlung ins Oldenburger Krankenhaus.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Sofort eingetretene Bewußtlosigkeit. Nach 10 Minuten hatte L. sich soweit erholt, daß er sich erheben konnte. Schlecht heilende brandwundenartige Weichteilverletzung und Abhebung eines Knochensequesters am rechten Scheitelbein 1½ Monate nach dem Unfall.

b) in forensischer Beziehung: Deutliche Stromspuren am Kopf. Trotz der Schwere des Unfalls keine Folgeerscheinungen. Ausgang in Heilung.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Unterlassung der Stromausschaltung beim Reinigen eines Transformatorenhäuschens.

Der unerwartet günstige Ausgang des Unfalls ist nur durch eine flüchtige Berührung des Stromleiters mit dem Kopf und und einen dadurch verursachten außerordentlich hohen Stromspannungsabfall zu erklären. Dadurch und durch den nach Jellineks Vergleichswiderstandsmessungen unendlich großen Stromwiderstand des glatten Knochens ist die Kraft des Stromes gebrochen worden. Diesen beiden Faktoren hat L. es zu verdanken, daß er von schwereren Schäden verschont blieb.

3. FALL.

Schüler E. Sch. aus Fr. b. R., 8 Jahre alt, ergriff auf einem Spaziergang mit seinen Eltern am 17. Januar 1915 einen herabhängenden Draht der Überlandzentralleitung. Er stürzte sofort bewußtlos hin und konnte vom Vater nur mit Hilfe eines Stockes befreit werden. Der Junge erlitt Verbrennungen am Kopf, rechten Bein, rechten Ellenbogen und der linken Hand. Er wurde sofort in die Klinik gebracht.

Befund: Großer kräftiger Junge, Herz und Lungen o. B. Reflexe auslösbar. Sensorium etwas getrübt.

Lokalbefund: Die Verbrennungen (an der rechten Hinterkopfgegend, auf der Mitte des rechten Oberschenkels, am rechten Ellenbogen und der linken Hand, an der ziemlich die ganze Handfläche, der Zeige- und Mittelfinger verbrannt sind) gehen unter das Niveau der cutis und sind gegen die Umgebung scharf abgesetzt.

Diagnose: Starkstromverbrennung 1.—2. Grades am Kopf, rechten Arm und Bein, und an der linken Hand.

Verlauf: Das Sensorium klärt sich bald auf. Der Junge antwortet gut und erzählt selbständig. — 24. II. Der Junge wird wegen Masern seit dem 1. II. in der Medizinischen Klinik behandelt. Dort täglich Verbandswechsel. Borsalbenverbände. Brandwunden sehen gut aus, sind bis auf die Kopfwunde fast geheilt. Temp. 37,8. Sch. wird zurückverlegt in die Chirurg. Klinik. — 27. II. Transplantation nach Thiersch. Die Hautstücke

werden der Brust entnommen und auf die über die normale Kopfhaut hinaus granulierte Kopfwunde gelegt. Temp. 37,5. — 15. III. Durch Transplantation guter Wunddefektverschluß erzielt. Transplantationswunden der Brust sind gut verheilt. — 21. III. Verbrennungswunden nach Transplantation gut verheilt. Entlassung in ärztliche Nachbehandlung.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Sofort eingetretene Bewußtlosigkeit. Stromspuren in Gestalt von brandwundenartigen scharf abgegrenzten Wunden der Haut. Relativ gute Wundheilung.

b) in forensischer Beziehung: Trotz der Schwere des Unfalls kam es im Allgemeinbefinden zu keinen ernsteren Folgeerscheinungen. Vollständige Heilung.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Die Eltern lassen das Kind außer acht, das so in seiner Unkenntnis einen gerissenen Starkstromleitungsdraht erfassen kann und sich in Lebensgefahr begibt.

Zu beachten ist das richtige Verhalten des Vaters bei der Rettung des Verunglückten.

Der Hergang des Unfalls wäre vielleicht so zu rekonstruieren, daß der Junge den auf der Erde liegenden Draht nicht direkt an der Bruchstelle gefaßt hat und das Stück von der Angriffsstelle bis zu dieser um seinen rechten Ellenbogen und die rechte Hinterkopfseite geschlagen ist. Der glückliche Ausgang ist für den Verunglückten günstigen Stromwiderstandsverhältnissen — trockenes Wetter, trockener fester Boden, trockene Hautoberflächen, flüchtiger Kontakt — zuzuschreiben.

4. FALL.

W. Sch. aus S. 52 Jahre alt. Arbeiter am Elektrizitätswerk. Am 8. VI. 1915 reinigte er die elektrische Starkstromleitung — 11 000 Volt gegen Erde. Der Strom war bis auf die oberste Leitung ausgeschaltet. Diese berührte Sch. auf dem Transformator stehend mit der linken Hand. Im gleichen Augenblick war er bewußtlos. Von da ab weiß er nicht mehr, was mit ihm geschah. Der gerufene Arzt überweist den Verunglückten sofort in die Klinik.

Befund: Untersetzter kräftiger Mann. — Brustorgane: o. B. Leib: o. B.

Lokalbefund: Am linken Scheitelbein ein Dreimarkstück großer Weichteildefekt mit verkohlten Rändern. In dessen Mitte liegt unempfindlicher Knochen frei. Stirn, Schläfen und Wangengegend zeigen Verbrennungen 1.—2. Grades. Die Augenbrauen sind versengt, besonders links. — An der linken Hand ist das Grundglied des Ringfingers ringsum bis auf den teilweise zerstörten Knochen durchgebrannt und unempfindlich. Die gegen-

überliegenden Partien der beiden Nachbarfinger haben ebenfalls Verbrennungen 1.—3. Grades erlitten. Am Handgelenk eine eigroße Brandblase. An der rechten Hand ist die Haut der Volarseite als Brandblase abgehoben. Volar am linken Unterarm eine ca. Zweimarkstück große, unregelmäßige Brandwunde.

Verlauf: Abhebung der Brandblasen. Die stark schmierig belegten und riechenden Wunden am linken, 3. und 5. Finger werden mit Carbo sang. behandelt. Der linke Ringfinger wird im Grundgelenk abgesetzt. Auf die Brandwunde beim Kopf werden Wismutbinden gelegt. Temperaturverlauf normal. Puls 80 und gut. Sensorium frei. — 31. VII. Temperatur- und Pulskurve o. B. Gute Wundgranulationen an der Hand, am Arm und Kopf. An den Verbrennungsstellen des 3. und 5. linken Fingers liegt der Knochen zum Teil frei. Vor zwei Tagen hat sich das Köpfchen des metacarpus IV abgestoßen. — Entlassung in ärztliche Nachbehandlung.

Diagnose: Starkstromverbrennung 1.—2. Grades im Gesicht, 3. Grades über dem linken Scheitelbein, an der linken und rechten Hand.

Therapie: Abhebung der Brandblasen und Absetzung des linken Ringfingers im Grundgelenk. Borsalbenverbände.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Sofortige Bewußtlosigkeit beim Unfall. Ausgedehnte Verletzungen am Kopf, im Gesicht und an den Händen. Schmerzlosigkeit dieser brandwundenartigen Zerstörungen. Verlust des linken Ringfingers. Nach fast zwei Monaten Abstoßung eines Knochensequesters am linken metacarpus IV. Fieberfreier langsamer Heilverlauf.

b) in forensischer Beziehung: Vollkommene Amnesie für den Unfallverlauf; typische elektrolytisch-thermische Gewebszerstörungen am linken Scheitelbein und an der linken Hand. Verlust des linken Ringfingers.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Fahrlässigkeit beim Reinigen einer Starkstromleitung durch Unterlassung der Stromausschaltung in allen Leitern.

5. FALL.

Monteur B. Sch. aus A. 27 Jahre alt, ist stets gesund gewesen. Beim Arbeiten an einer Starkstromleitung am 9. X. 1915 berührte er mit der Innenseite der Mitte des rechten Oberarmes diese 5500 Volt Strom führende Leitung. Der Strom trat teilweise an der Mitte der Innenseite des Unterarms aus, der auf einem mit der Erde verbundenen Eisenteil ruhte, zum Teil auch durch die Finger. Mit diesen stützte Sch. sich gegen eine Wand. Der Verunglückte kommt in die Ambulanz und wird zur klinischen Beobachtung überwiesen.

Befund: Kleiner Mann, im normalen Ernährungszustand. Temp. 36,8; Puls 84, gut. Herz und Lungen o. B. Reflexe: Patellar- leicht erhöht. Fußklonus und Babinski nicht nachzuweisen; Abdominal- und Cremasterreflex: negativ. Pupillenreaktion o. B. Ausgesprochener Dermographismus. Fazialis frei. Rachenreflex herabgesetzt.

Lokalbefund: An der Medialseite des Oberarms eine Zweimarkstück große, lederartig gegerbte Hautstelle. Die umgebende Haut ist in Ausdehnung von 6 : 3 cm excorriiert und in kleinhandtellergroßem Umfange gerötet. Verbrennung 1.—3. Grades. Eine ähnliche Stelle findet sich am Unterarm, ebenfalls in der Mitte und medial gelegen. Diese ist etwa dattelkerngroß und zeigt Verbrennungen 1.—3. Grades. Am Endglied des Daumens eine hirsekorngroße Verbrennung der Haut (3. Grad), ebenso an der Streckseite des 3., 4. und 5. Fingers über dem Mittelgelenk.

Verlauf: Gutes Allgemeinbefinden. Keine Anzeichen irgendeiner Komplikation. Deswegen wird Sch. in ambulante Behandlung entlassen.

Diagnose: Starkstromverbrennung 1. –3. Grades am rechten Arm und an den 1., 3. bis 5. Fingern.

Therapie: Borsalbenverbände, Armschiene.

Hervorzuheben ist an diesem Unfall

a) in klinischer Beziehung: Keine Bewußtseinstrübung infolge für den Verunglückten günstigen Stromverlaufs. Brandwundenartige Verletzungen am Arm und an den Fingern.

b) in forensischer Beziehung: Spezifische Stromspuren an der Haut des Armes und des Fingers.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Unvorsichtiges Arbeiten an einer stromführenden Hochspannungsleitung.

6. FALL.

E. B. Arbeiter am Elektrizitätswerk in K. 26 Jahre alt, rutschte am 4. II. 1917 auf einer Leiter stehend mit dieser aus und hielt sich dabei an einer nahen Starkstromleitung fest. Die Leitung führte einen Strom von 6000 Volt Spannung. B. verbrannte sich dabei die linke Schulter, war sofort bewußtlos. Die Atmung kehrte bald nach Wiederbelebungsversuchen wieder. B. wurde sofort in die Klinik gebracht.

Befund: Blasse cyanotische Gesichtsfarbe; Dyspnoe. Temp. 36,5. Puls 100, leidlich gut.

Lokalbefund: Breite bis in die Hälfte des linken Brustmuskels reichende Brandwunde an der linken Schultervorderseite mit Verkohlung der Muskulatur und Eröffnung des Schultergelenks. An der Beugeseite des linken Oberarmes tiefgehende Brandwunde mit frauenfaustgroßem Weichteildefekt. Ellenbogen und Handgelenk in starrer Beugestellung. Große Brandblasen

am Unterarm und an der Hand mit Verbrennungen 3. Grades an Beuge- und Kleinfingerseite der Hand. Totale Lähmung und Anaesthesie des Arms; Durchblutung leidlich. Thorax: links hinten unten Lungenschalldämpfung und Druckempfindlichkeit mit ausgebreitetem Hautemphysem.

Therapie: Narkotika. Salbenverbände.

Verlauf: 9. II. Ziemlich starke arterielle Blutung aus der Schultermuskulaturwunde. Die Absetzung des Armes wird von B. zunächst noch verweigert. Deswegen Gefäßligaturen und Umstechungen. Bromwasser. Temp. gestern 38,1, heute 37.3. Puls 80, befriedigend. — 12. II. Temp. bis 38,8. Deutliche fortschreitende Gangrän am Unterarm. B. willigt jetzt ein, die ablatio des Armes vornehmen zu lassen. Daraufhin in Rauschnarkose exarticulatio im Schultergelenk mit Bildung eines großen hinteren Weichteillappens. Breite Wundtamponage. Hautemphysem verschwunden, dyspnoe gebessert. — 1. III. Abtragung der nekrotischen Gewebsteile. Feuchte Verbände, Höhensonnenbestrahlungen. B. entfiebert langsam. Temp. 37,8. Puls 88, besser. — 13. III. Temp. 37,6. Gutes Allgemeinbefinden. Hautweichteillappen wird auf die Brustwunde aufgenäht. - 23. III. Temp. normal. Transplantat gut angeheilt. Noch mäßig starke Wundsekretion. Nervöse Herzbeschwerden. Täglich Verbandswechsel. Mixt. nerv. — 28. III. Die Wunden sehen gut aus; gute Granulationen. Transplantation kann bald vorgenommen werden. Entlassung in ambulante Behandlung.

Diagnose: Starkstromverbrennung 3. und 4. Grades über dem linken Schultergelenk und am linken Arm.

Nachzutragen ist, daß B. mit gut geheilter linker Schulterwunde aus der ambulanten Behandlung entlassen wurde. Nach Aussagen des Vaters war er nachdem beschwerdefrei und machte Botengänge für das Elektrizitätswerk in K. B. war immer fleißig und strebsam. Eine auffällige psychische Veränderung soll bei ihm nicht nach diesem Unfall aufgetreten sein. Er war stets sehr umgänglich, auch in Gesellschaft Fremder. Wohl war er zeitweilig wortkarg und mißmutig, indes hält der Vater dies für eine Folge eines 1911 erlittenen Schädelbruches. Denn seither soll diese Eigenschaft bei ihm aufgetreten sein. 1924 schied B. freiwillig durch Einatmen von Leuchtgas ohne Hinterlassung von Angaben seiner Beweggründe und ganz überraschend für seine Anverwandten aus dem Leben.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Schwerste Gewebsveränderungen an der ganzen linken oberen Extremität bis in den linken Brustmuskel durch umgeformte (mechanische, elektrolytisch-thermische) Stromenergie. Schwerste Allgemeinerscheinungen. Wiederholte arterielle Nachblutungen infolge durch Joule'sche Wärme geschädigter brüchig gewordener Gefäßwände.

b) in forensischer Beziehung: Für elektrische Stromwirkung charakteristische unempfindliche, wiederholt nachblutende Wunden. Verlust des linken Armes.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Unüberlegtes Ergreifen einer Starkstromleitung bei drohendem Sturz von einer Leiter.

7. *FALL.*

Maschinist R. S. aus R. 52 Jahre alt, war am 17. 5. 24 damit beschäftigt, von einer Starkstromleitung mit 16 000 Volt Spannung eine Klemme zu lösen. Er stand dabei auf einer Leiter mit beiden Händen gegen eine Wand gestützt und glaubt, mit seiner Mütze einen stromführenden Draht berührt zu haben. S. verspürte plötzlich einen heftigen Schlag und fiel sofort bewußtlos von der Leiter. Wie er seine Brandwunden an den Händen und am Leib bekommen hat, ist von ihm nicht zu erfahren. In der rechten Hosentasche trug er ein Schlüsselbund und ein Stahlmesser. Der behandelnde Arzt überweist S. am 9. Tage nach dem Unfall in klinische Behandlung.

Befund: Mittelgroßer, kräftiger Mann, in gutem Ernährungszustand. Temp. 38,0. Puls 100. Innere Organe o. B. Zunge feucht. Gesicht reichlich mit eitrigen Borken belegt, besonders auch Hals und linkes Ohr. An der Stirnwunde junge Epidermis. Rechte Hand an Mittel- und Endgliedern des 2., 3. und 4. Fingers noch geringfügige Verletzungen. Volar am Handgelenk, über der Gelenkbeugefalte eine etwa Fünfmarkstück große, gut granulierende Wunde. Die Gelenke sind gut beweglich. — Linke Hand: Auch hier an der Dorsalseite der Mittelglieder des 2. und 3. Fingers geringfügige Verletzungen; volar am Handgelenk eine tiefere Wunde mit einer freiliegenden Sehnenscheide und frischen Randgranulationen. Leib: weich, an der rechten Seite dicht neben der Symphyse, vom Skrotalansatz an senkrecht nach oben verlaufend eine etwa 15 cm lange und 3 cm breite, mit starken Nekrosen ausgefüllte tiefe Wunde. An den Rändern gute Granulationen. Die Wunden sind verhältnismäßig schmerzlos. Urin: Eiweiß nicht nachweisbar; Reaktion sauer. Im Sediment geringe Epithelien und vereinzelte Leukozyten. Durch ohrenärztliche Untersuchung wurde eine linksseitige Trommelfellzerreißung mit Mittelohreiterung festgestellt.

Diagnose: Starkstromverbrennung am Kopf, Leib und beiden Händen mit traumatischer Trommelfellzerreißung und sekundärer Otitis media.

Therapie: Brandbinden und Salbenverbände. Ambulante Behandlung in der Ohrenklinik.

Verlauf: 28. V. Ein großes Nekrosestück hat sich aus der Wunde über der Symphyse abgestoßen; gute Wundgranulationen. Temperaturverlauf o. B. Puls gut, um 84. — 18. VI. Fieberfreier glatter Wundheilungsverlauf. Nach Wundreinigung Aufschießen

gesunder Granulationen und glatte Epithelisierung. Nur die Brandwunde am linken Ohr näßt noch etwas. Aus diesem äußeren Gehörgang noch immer Abgang von eitrigem Sekret. Entlassung in ärztliche Nachbehandlung.

Nach der Entlassung stellte sich seit dem August 24 — also drei Monate nach dem elektrischen Trauma — eine erhebliche Abnahme des Sehvermögens ein. In der Universitäts-Augenklinik wurden seinerzeit beiderseits Linsentrübungen und zwar rechts dichter als links festgestellt. Diese Trübungen waren ausschließlich auf die äußersten Schichten der Rinde vorn und hinten lokalisiert. Am 22. XI. Staroperation links, nachdem vorher am 1. X. die rechtsseitige gleiche Operation vorgenommen worden war. Links hatte sich ebenfalls die Trübung der Linse erheblich verdichtet. Bei der Unfallbegutachtung am 16. II. 25 wurde folgender Befund erhoben:

Beiderseits Linsenlosigkeit und Lücke in der Regenbogenhaut nach oben (Operativ geschaffen). Rechts Netzhautveränderungen an der Stelle des schärfsten Sehens. Links Augenhintergrund normal. Pat. trägt eine Brille. Körperliches Sehen mangelhaft. Gesichtsfeld: parazentrale Minderwertigkeit rechts, konzentrische Einengung beiderseits.

S. klagt jetzt noch über Schwindel in gebückter Haltung, niedergedrückte Stimmung bei Witterungswechsel und allgemeines Schwächegefühl. Außerdem leidet er unter nervösen Herzbeschwerden, wie anfallsweises Herzklopfen, Atemnot, Angstgefühl und Stichen in der Herzgegend. Sein Gang ist unsicher, er stolpert leicht bei Dunkelheit. Im linken Ring- und Mittelfinger will er eine gewisse Schwäche haben. S. hört schwer mit dem rechten Ohr und ist links taub. Objektiv wäre kurz zu erwähnen: Puls sehr kräftig, regel- und gleichmäßig, nicht beschleunigt. Rigide Radialiswände. Herz und Lungen o. B. Wundnarben in Ordnung. Romberg negativ. Patellar-Reflexe lebhaft.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Sofort eintretende Bewußtlosigkeit, ausgedehnte Verletzungen, die bei der Aufnahme in die Klinik zum Teil schon im Abheilen begriffen sind, teilweise aber geringe Heilungstendenz zeigen. Die Wunde am Unterbauch zeigt eine eigenartige scharfrandige, mit der linea alba zusammenfallende Begrenzung und heilt langsam. Traumatische Trommelfellperforation links mit anschließender Otitis media. Drei Monate nach dem Unfall beiderseits Cataracta electrica. Traumatische Herzneurose.

b) in forensischer Beziehung: Für durch elektrischen Starkstrom gesetzte Wunden charakteristische Schmerzlosigkeit und langsame Heilung. Gut erkennbare Stromspuren mit deutlichen Übergangsstellen.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Unglückliche Berührung beim Arbeiten an einer stromführenden Hochspannungsleitung.

8. FALL.

Elektromonteur W. P. aus G. 30 Jahre alt, will bis zum Unfall nie ernstlich krank gewesen sein. Am 28. II. 1920 morgens berührte P. eine Starkstromleitung und war sofort bewußtlos. Er wurde gleich in die Klinik gebracht.

Befund: Mittelgroßer Mann in gutem Ernährungszustand. — Augen o. B. Hals o. B. Brust gut gewölbt. Herztöne: leise und rein. Lungen o. B. Bauch und Extremitäten o. B. — Temp. 37,7. Puls 72, mäßig.

Lokalbefund: An der linken Ohrmuschel Verbrennungen, desgleichen an der linken Schläfe in ca. Handtellergröße. Dazu auf der Schulter und am rechten Unterarm Verbrennungen 3. Grades. Urin: Eiweiß und Zucker nicht nachweisbar.

Therapie: Salbenverbände; Digitalis, Morphium.

Verlauf: 2. III. Augenärztliche Feststellung einer Adaptionsschwäche. — 3. III. Verschlechterung des allgemeinen Zustandes. Oedem über der ganzen rechten Gesichtshälfte und besonders des rechten Oberlides. Kopfschmerzen. — Incision in eine nekrotisierende Gewebsfläche der rechten Schläfengegend. Es entleert sich kein pus. Tamponade mit Jodoformgaze. Feuchter Verband. Temp. 38,8. Puls 96. — 4. III. Konstanter Fieberanstieg. Temp. 39,8. Puls 90, mäßig. Keine Meningitissymptome. Kleiner Abszeß an der linken Ferse wird inzidiert. — 6. III. Soporöses Stadium. P. reagiert auf Anruf. Temperatur 39,8. Puls 120; mäßig gefüllt, ungleichmäßig. — 7. III. Nach zwölfstündigem Koma exitus.

Sektionsbefund: 9. III. 1920: Obduzent Geh. Döhle. Große, mäßig kräftig gebaute männliche Leiche. Totenstarre nicht vorhanden. Totenflecke ausgebreitet an den abhängigen Stellen. Am linken Ober- und Unterschenkel schmutzig rosarote Streifen, die in ihrem Verlauf der Vena femoralis entsprechen. Über dem linken inneren Knöchel eine T-förmige Operationswunde, die mit Gaze ausgestopft ist, in welchem Grunde eine dicke Sehne losgelöst ist und sich eine mäßige Menge Eiter findet. Am rechten Unterarm, dicht über dem Handgelenk beginnend eine 8 cm lange, 5 cm breite an der radialen Seite gelegene Stelle, der die Oberhaut fehlt. Der Rand ist teils rot, teils gelblich gefärbt und sehr trocken. Am rechten Oberarm, nahe unter der Schulter, an der Außenseite eine fast viereckige, 6 cm lange und 4½ cm breite Stelle, an der die Haut lederartig und braun gefärbt ist. In der Mitte finden sich zwei runde Flecken, nicht ganz 3 cm im Durchschnitt, die härter noch als die Umgebung und gelbbraun gefärbt sind. Hier ist die Haut bis zum Fettgewebe ebenso gefärbt, vollständig trocken und an den anderen Stellen

mehr braun, etwas rötlich und feuchter. An der rechten Schläfe findet sich eine handtellerbreite Stelle, an der die Kopfhaut zum Teil bis auf den Knochen zerstört ist. Der Rand ist etwas unregelmäßig verlaufend, bräunlich, trocken; das Gewebe, soweit es noch erhalten, ist weich, schmutzig rotbraun, etwas schmierig, eitrig. Das Schädeldach ist außen glatt, weiß gelblich, von mittlerer Dicke und mit spärlicher glatter Zwischensubstanz. Innen findet sich auf der Höhe des Sägeschnittes etwas oberhalb und unterhalb desselben noch ein Blutgerinnsel der Schläfenbeinschuppe aufliegend. An der weichen Stelle findet sich innen auf der dura ein kleines Blutgerinnsel und ungefähr in gleicher Höhe sieht man etwas über Zehnpfennigstück breit die weichen Häute über einer Windung, von Blut durchtränkt. Beim Einschneiden zeigt sich, daß die Blutung etwas ungleichmäßig breit, innen etwas zackig, an der Grenze bis zu 3 mm auf die Hirnsubstanz sich erstreckt. In einer Tiefe bis zu 1 cm und ebenso am Rande der Blutung ist das Gewebe weich, hell zitronenfarbig. Sonst ist die harte Haut innen glatt, glänzend. Die weichen Häute sind zart, in den Maschen ist etwas vermehrte klare Flüssigkeit, die hier und da einen leicht grünlichen Schimmer hat. Die Gefäße sind reichlich gefüllt, sichtbar. Die Windungen sind gewölbt. In den Höhlen, die eng sind, ist wenig klare Flüssigkeit. Die Plexus sind stark gerötet. Das Ependym ist zart. Die Hirnsubstanz ist derb, hat sehr zahlreiche Blutpunkte. Die Gefäße an der Basis sind dünnwandig und zusammengefallen. Pons und Medulla sind derb, zeigen zahlreiche Blutpunkte und in ihren Blutleitern ist etwas dickflüssiges dunkles Blut. — Fett am Bauche spärlich. Muskulatur kräftig, trocken, braunrot. Bauchhöhle: ist trocken, das Netz ausgebreitet. Die Blase ragt weit aus dem kleinen Becken heraus. Der Wurmfortsatz ist nach hinten gelagert, sitzt breit an seinem Aufhängeband. — Zwerchfell beiderseits im 1. I. C. R. Die Lungen sind gebläht, quellen vor. Die Höhlen sind trocken. Im Herzbeutel ist ungefähr 40 ccm klare gelbe Flüssigkeit. Das Epikard ist glatt, glänzend und mäßig fettreich, das Herz von mittlerer Größe. Höhlen weit. Der linke Ventrikel ist mäßig zusammengezogen. Darin flüssiges Blut. Cruor und Speckgerinnsel. Die Klappen sind zart. Das eiförmige Loch ist geschlossen. Die Muskulatur derb und braunrot. Die Kranzarterien sind innen glatt und grau. In der Aorta nur ganz vereinzelte gelbe Flecken über den Klappen. Die großen Arterien sind innen glatt. Die Gaumenmandeln von gewöhnlicher Größe, weich, feucht, blaß bis graurot. Schlund und Rachen sind blaß graurot; Follikel klein. – Die Speiseröhre ist blaßgrau. In den Luftwegen ist reichlich zäher Schleim. Die Schleimhaut oben blaß, unten gerötet. Die Lungen sind vorne und oben gebläht, leicht gebuckelt; ihr Überzug ist glänzend, graurot und glatt, hinten und unten ebenfalls glänzend, in großer Ausdehnung graurot. Die oberen Lungen sind reichlich lufthaltig, blaßrot

und entleeren auf Druck mäßig reichlichen Schaum. Die unteren Lungen sind nur in der Umgebung des Hilus hellrot und gut lufthaltig, im übrigen braunrot, mehr feucht und sehr wenig lufthaltig Kollaps und Hyostase. Die bronchialen Lymphknoten sind schwarz. — Die Schilddrüse ist von mittlerer Größe. Auf der Schnittfläche gelbbräunlich und mäßig gallertartig. In der linken findet sich ein klein kirschgroßer, stark umschriebener Knoten, der auf der Schnittfläche glatt und graubraun ist. — Thymus: Läppchen sind klein und nicht vergrößert. Die Milz hat gespannte Kapsel, ist 13 : 6 : 3 cm. Ihre Pulpa ist weich, nicht vorquellend, braunrot. Die Follikel sind groß und grau. — Nebennieren: Groß, derb, ihre Rinde ist gelb, die Zwischenzonen sind braun, das Mark ebenfalls. — Nieren: Groß, die Kapsel leicht lösbar, die Oberfläche ist glatt, braunrot, ebenso die Schnittfläche. — Die Blase enthält sehr reichlich hellgelben, trüben Urin; ihre Schleimhaut ist weiß. Die Prostata ist klein, weich und weißgelblich. Die Samenblasen enthalten spärlich trüben grauen Inhalt. Die Hoden sind weich, blaßgelb, von mittlerer Größe. — Im Zwölffingerdarm trüber schleimiger Inhalt, blasse Schleimhaut. Im Magen trübe Flüssigkeit mit Speiseresten; Schleimhaut sammetartig, leicht gerötet. — Die Gallenwege sind durchgängig. In der Gallenblase ist reichlich zähe grüne Galle. Die Schleimhaut ist ebenso gefärbt. — Große Leber mit glatter Oberfläche, braunrot, ebenso die Schnittfläche mit deutlicher Läppchenzeichnung. Das Pankreas ist von mittlerer Größe, gerötet und derb. — Die Mesenteriallymphknoten sind klein, blaß, ebenso die retroperitonealen. Der Follikelapparat im Dünndarm ist o. B. Im Dickdarm ist die Schleimhaut fleckig schiefrig gefärbt. Die Follikel sind klein. Die Bauchaorta ist innen glatt.

Anatomische Diagnose: Verbrennungen am rechten Ober- und Unterarm und an der rechten Schläfe. Kleine epi- und peridurale Blutungen an der rechten Schläfe. Umschriebene Blutung der weichen Häute, der Rinde und der rechten Zentralwindung. Hyperämie des Gehirns. — Akutes Lungenemphysem. Starke Bronchitis. Kollaps und Hypostase der Lungenunterlappen. Hyperämie von Herz, Leber, Milz und Nieren. — Ektasie der Blase. Eiternde Operationswunde im linken inneren Knöchel.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Sofortige Bewußtlosigkeit. Sekundäre Abszeßbildung am linken Fuß. Verletzungen am rechten Unterarm, an der Schulter und am Kopf. Herzschwäche. Exitus im Koma.

b) in forensischer Beziehung: Exitus sieben Tage nach dem Starkstromunfall im Koma.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Unglückliche Berührung einer Starkstromleitung mit dem Kopf.

Sehr wichtig ist, die zahlreichen im Zentralnervensystem, namentlich auch auf pons und medulla oblongata verteilten

punkt- und flächenförmigen, in die Tiefe eindringenden Blutungen und starke Gefäßfüllung zu beachten. Vielleicht sind durch solche stärkere Blutextravasationen auch das Vasomotorenzentrum und der Vaguskern in Mitleidenschaft gezogen worden. Dann wäre darauf zur Hauptsache das Versagen des Kreislaufsystems zu beziehen, das zu der erheblichen Hypostase in Lungen, Leber, Milz und zum Exitus geführt hat.

9. FALL.

Mechaniker W. F. aus S. 23 Jahre alt, berührte vor 21 Stunden bei der Arbeit eine Starkstromleitung, die er vergessen hatte, vorher auszuschalten. F. erhielt einen Schlag an die rechte Kopfseite, der ihn sofort bewußtlos machte. Erinnerung über diesen Vorfall fehlt. Gestern soll starke Brechneigung geherrscht haben. Am Abend wurde vom behandelnden Arzt Druckpuls festgestellt. F. wurde deswegen der Klinik überwiesen.

Befund: Junger Mann mit gut entwickeltem Körperbau, geistig klar.

Lokalbefund: Verquollenes Gesicht, geschwollene Augen. Ein Verbrennungshof der rechten Schädelseite und Wange bis zum Hals; hinter dem rechten Ohr tangential verlaufend fingerlange und -dicke, tiefe, schwarze Brandwunde über dem Warzenfortsatz und durch die Ohrenmitte ziehend. Wunde wie ausgestanzt. Ein großer Teil dieses rechten Ohrs fehlt. — Auf der linken Schläfenseite ein handtellergroßer Verbrennungsfleck 2. Grades, der eine sehr starke Weichteilschwellung im Unterhautzellgewebe entspricht. Von der Wunde hinter dem rechten Ohr zieht eine andere um den Hinterkopf und mündet in eine breite bis auf den Knochen gehende, 7 cm lange Wunde. — Herz o. B. Temperatur 37,1. Urin: Eiweiß und Zucker nicht nachweisbar.

Verlauf: 31. V. Temperatur steigt langsam bis 38,9. Heute nachmittag heftige Krämpfe, halbstündlich wiederkehrend. — 1. VI. rechtes Ohr fällt ab. In den Morgenstunden wiederholt heftige Krämpfe. Druckpuls. Deswegen Lumbalpunktion. Liquordruck 275, nach Ablassen von 25 ccm 120 mm. Liquor hell. Nonne negativ. Mikroskopisch im Gesichtsfeld nur einige Leukozyten (5) sichtbar. — 3. VI. Temp. ständig und langsam gestiegen; gestern 39,6. Puls 72. — Verfall. Exitus. Die Leiche wird gerichtlich beschlagnahmt. Ist später freigegeben, aber nicht obduziert worden.

Diagnose: Starkstromverbrennung 3. Grades am Kopf.

Therapie: Bettruhe. Morph. Lumbalpunktion. Salbenverbände.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Sofortige Bewußtlosigkeit. Schwere Weichteilverletzung am Kopf. 4 Tage nach dem Unfall Gehirndrucksymptome. Liquordruck 275. Am 7. Tag Exitus.

Starkstromverletzung am Hinterkopf. Wundränder wie ausgestanzt. Wunde quer über den Kopf ziehend, bis auf den Knochen reichend.

b) in forensischer Beziehung: Im Augenblick des Stromkontakts Bewußtlosigkeit; Amnesie für den Hergang des Unfalls. Typische scharfrandige Verletzungen am Kopf.
c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Unterlassen der Stromausschaltung vor Beginn der Arbeit an einer Hochspannungsleitung.

Die Obduktion fand leider nicht statt. Deswegen konnte der pathologisch-anatomischen Grundlage der Todesursache nicht nachgeforscht werden. Vielleicht ist der letale Ausgang des Unfalls in ausgedehnteren Veränderungen des Zentralnervensystems und in der Medulla oblongata zu suchen.

10. FALL.

Hilfsmonteur P. K. aus Gr.-A. 23 Jahre alt, geriet am 17. 12. 21 auf seiner Arbeitsstelle in der Dämmerung mit einer elektrischen Niederstromleitung (380 Volt) in Berührung. Kontaktstelle linker Kleinfinger und Unterarm. K. konnte sich zunächst nicht von der Leitung freimachen, sondern erst als eine Gewebsverschorfung an der Kontaktstelle eintrat. Nach Anlegen eines Notverbandes war K. zunächst 14 Tage lang in ärztlicher

Sequesterbildung am proximalen Köpfchen des metacarpus IV.

Behandlung und wurde dann am 31. 12. 21 in die Kieler Chirurgische Universitätsklinik überwiesen.

Befund: Kräftig gebauter, mäßig gut ernährter Mann. Blasse Gesichtsfarbe. Temp. 38,8. Puls 108, gut.

Lokalbefund: Auf der lateralen linken Handgelenkseite gut handtellergroße, schmierig belegte Wunde mit Eröffnung des Handgelenks. Wunde kraterförmig, in der Tiefe schwarz gefärbter, nekrotischer Knochen. Auf der Unterarmstreckseite entzündliche Schwellung im Verlauf des M. extensor digitorum. Die volaren Flächen der Grundglieder des 3.—5. Finger sind bis auf die Beugesehnen ohne Weichteilbedeckung.

Therapie: Incision der Sehnenscheidenphlegmone auf der Unterarmstreckseite. Excision der Sehne des M. extensor digitorum. Schienenverband bis zum Ellenbogengelenk.

Verlauf: 6. I. plötzlich starke Blutung aus der Handgelenkswunde, aus einem Ast der Arteria ulnaris, die sofort operativ versorgt wird. — Täglich Verbandswechsel. — Temp. 38,4 und Puls 80. — 11. I. Temp. 38,2. Erneute arterielle Blutungen. Die beiden blutenden Arterien des 3. Fingers werden ligiert. Der Finger erhält sich trotzdem. Sehnenreste beginnen sich am Handrücken abzustoßen. — 6. II. Temp. langsam gefallen, seit 1. II.

normaler Temperaturverlauf. Die Wunden haben sich gut gereinigt; gesunde Granulationsbildung. Dadurch Wunden verkleinert. Durch Transplantation nach Thiersch' Deckung bis auf ein Drittel der Wundfläche. — 15. II. Wunde fast geschlossen. Beginn mit Bewegungsübungen und Massage des linken Unterarmes. — 25. II. Seit drei Tagen Schmerzen in dem Handwurzelknochen. Im Röntgenbild bohnengroßer Sequester am proximalen Köpfchen des metacarpus IV. In Lokalanästhesie Sequestrotomie. — 2. III. Besserung der Beschwerden. Temperaturverlauf normal. — 8. III. Röntgenbild: Weitere Knochenzerstörungen der Metacarpie. Eine Ulnarknochenspitze macht scheinbar noch besondere Beschwerden. — 14. III. Handgelenk vollständig steif. Wunde bis auf kleine Stellen geheilt. Entlassung in ambulante Behandlung.

Die Nachfrage hat ergeben, daß K. zeitweilig morgens noch an Schwindelanfällen und Stichen in der linken Seite zu leiden hat. K. gibt weiter an, daß drei Finger der linken Hand und das Handgelenk versteift sind. Es bestehen noch Greifschwierigkeiten und die Finger frieren bei der geringsten Kälte. K. ist gegenwärtig als Streckenwärter bei der Überlandzentrale in G. tätig.

Diagnose: Starkstromverbrennung 3. Grades an der linken Hand. Knochensequesterbildung.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Bewußtsein ungetrübt beim Unfall. Schwere brandwundenartige Verletzungen am 3.—5. linken Finger und über dem linken Handgelenk mit Eröffnung desselben. Phlegmone auf der linken Unterarmstreckseite (Sekundärinfektion). Gefäßschädigungen mit wiederholter arterieller Nachblutung etwa ein Monat nach dem Unfall. Nach 2½ Monaten Knochensequesterbildung am metarcarpus IV.
b) in forensischer Beziehung: Als Folge des Unfalls Versteifung des linken Handgelenks und des 3.—5. Fingers.
c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Arbeiten in der Nähe einer Starkstromleitung bei mangelhafter Beleuchtung.

Die arteriellen Gefäßnachblutungen sind für elektrische Stromverbrennungen charakteristisch und auf die Joule'sche Wärmewirkung zurückzuführen. Diese schädigt die Gefäßwände, deren Elastizität leiden und die brüchig werden. Bei Gefäßrupturen kommt es zur Thrombosenbildung. Wie weit diese Gefäßveränderungen in dem betroffenen Gewebe reichen, ist nie sicher festzustellen. Auf Grund dieser Veränderungen muß der Arzt immer auf Nachblutungen gefaßt sein und daran bei seiner Prognosestellung denken.

11. FALL.

Schüler H. D. 12 Jahre alt, aus K., wurde 1925 in der Klinik hier wegen einer Unterarmfraktur r. operativ behandelt. Der Vater gibt an, der Junge soll auf das Dach des Restaurants „Waldwiese" geklettert sein. Seine Spielkameraden waren Zeugen des Unfalls und erzählen, daß D. im Springen bestimmt mit dem Kopf die über das Dach führende Starkstromleitung berührt hat. Im selben Moment ist D. bewußtlos hingefallen. Zu Hilfe gerufene Menschen stellten sogleich mit Erfolg Wiederbelebungsversuche an und brachten den Verunglückten dann in die Klinik.

Befund: Kräftiger Junge. Keine Drüsen, keine Ödeme. Kopf: frei beweglich, keine Strommarke. Pupillenreaktion o. B. Mund, Lippen und Rachen o. B. Herz und Lungen o. B. Leib weich. Nirgends druckempfindlich. Leber, Milz und Nieren o. B. Nervensystem in Ordnung. Extremitäten: am rechten Ellenbogen eine ca. 8 cm lange gut vernarbte Wunde. Funktionen des Gelenks in Ordnung. — Am ganzen übrigen Körper ist keine Brandnarbe zu finden. Nirgends Schmerzen. Sensorium absolut frei.

Diagnose: Bewußtlosigkeit nach Starkstromunfall.

Verlauf: 30. VI. Weil auch heute keine Krankheitserscheinungen nachzuweisen sind, wird das Kind nach Hause entlassen.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Bei Berührung einer Starkstromleitung sofort eingetretene Bewußtlosigkeit. Ernstere Folgeerscheinungen fehlen.

b) in forensischer Beziehung: Gänzliches Fehlen von Anzeichen für Stromübergangsstellen. Amnesie für den Hergang des Unfalls.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Der Verunglückte hat wahrscheinlich in Unkenntnis der damit verbundenen Gefahren und Unachtsamkeit die Hochspannungsleitung berührt.

Der Junge hat nur dem Umstand, daß er im Augenblick des Kontakts mit der elektrischen Leitung keinen Erdschluß hatte, den glücklichen Ausfall des Unglücks zu verdanken. Die Nachfrage hat ergeben, daß D. bisher vollkommen beschwerdefrei gewesen ist.

12. FALL.

Arbeiter W. M. aus K. 27 Jahre alt, soll eine 60 000 Volt Starkstromleitung am 5. 10. 28 berührt haben und zwar mit dem linken Ellenbogen. M. war 10 Stunden bewußtlos und erlitt Verbrennungen 1.—3. Grades im Gesicht, am linken Ellenbogen, in der linken Hüfte und an den Füßen.

Befund: Kräftiger Körperbau. Guter Ernährungszustand. M. ist bewußtlos und sehr unruhig. Er stöhnt und schlägt zeit-

5. 10. Stromwunde über der rechten Ferse. Wundränder scharf, geschwärzt, sonst reaktionslos. Haare an den Rändern nicht versengt.

weilig um sich. Im ganzen Gesicht Verbrennungen 1.—3. Grades mit scharfer Grenze, dem Mützenrand entsprechend. Die Haare sind teilweise versengt. Am Hals einige linsengroße verschorfte Stromnarben. Auf dem rechten Handrücken Verbrennungen 2. Grades und am linken Ellenbogen solche 3. Grades. — Handgroße Stromnarbe an der linken Hüfte mit Verbrennung 3. Grades in der Mitte. Die Kleider darüber sind verbrannt. Stromnarben in beiden Fersen und am rechten Vorderfuß mit typischer Abblätterung der Haut. 2.—4. Zehe nekrotisch, z. T. verkohlt. — Puls beschleunigt, regelmäßig, mäßig gut gefüllt. Erbrechen! Nachlassen der Unruhe nach einigen Stunden. Das Bewußtsein kommt wieder. M. klagt über Kopfschmerzen. Temperatur 37,2. Augen: Lider verschwollen. Corneae getrübt, kleine Erosionen.

Therapie: Auf Verbrennungswunden 3. Grades Wismutverbände, sonst Borsalbenverband. Borsalbe in die Augen eingestrichen.

Verlauf: 11. X. Temp. 40,0. Allgemeinbefinden besser. Wundverlauf o. B. Augen: Hornhauttrübungen zurückgegangen, noch schlechtes Sehen. Kein Catarakt. Augenhintergrund o. B. — 26. X. Wundnekrosen haben sich abgestoßen, dabei linkes Ellenbogengelenk eröffnet neben dem Olekranon. Temp. andauernd gesteigert. Am Ellenbogengelenk liegt die Tricepssehne frei. Gelenk durch gute Granulationen wieder geschlossen. Rotation des linken Unterarms frei. Leichte Streckung und Beugung des Ellbogengelenks möglich. Wunden in der linken Lendengegend und an der rechten Ferse heilen gut, an der linken Ferse fast geheilt.

5. 10. 28. Brandwundenartige Starkstromversetzungen am linken Gesäß. Hauträndер z. T. geschwärzt in großer Ausdehnung lederartig, wie gegerbt.

2.— 1. Zehe des rechten Fußes nekrotisch. 4. Zehe wird exartikuliert, 2 und 3. Zehe werden am Grundgelenk durchtrennt. Die Nekrose des Fußrückens greift noch auf die Strecksehnen der Zehen über, und diese sind im Abstoßen begriffen. Die Ränder sind gut gereinigt. Fußsohle o. B. — Abszeßbildung unter völlig intakter Haut etwas oberhalb vom rechten Trochanter major. Bei der Incision in Rauschnarkose entleert sich dicker geruchloser Eiter. Die Entstehung des Abszeß ist unklar. M. hatte in den letzten Tagen kleine Furunkel, so auch handbreit distal von der Abszeßstelle (lymphangitischer Abszeß oder auf Grund einer Schädigung des subkutanen und tieferen Gewebes durch Strom ohne Beteiligung der Haut?). Temperatur 38,3. — 28. X. Stromwunden und Incisionswunde völlig o. B. Dabei Temp. 40,2! Lungen stellenweise Giemen, sonst o. B. Leib: Druck- und Spontanschmerz in der Magengegend. Appetitlosigkeit. Aufstoßen (gastritische Schmerzen durch Resorption von Eiweißprodukten, evtl. auch die Temperatur, da sonst kein Grund findbar). Rechts Conjunktivitis — Protargoltropfenbehandlung. Urin: Albumen. Leichte Trübung, sonst o. B. — 10. XI. Besserung im Allgemeinbefinden. Magen: status idem. Stechen in der Lendengegend ohne objektiven Befund. Temperatur noch um 39,0.

Therapie: Afenil i. v. Themsalin 0,5 i. v. Keine Reaktion danach. — 15. XI. Incision eines überfaustgroßen Abszesses am rechten Oberschenkel. Es entleert sich viel Blut mit wenig Eiter, aus dem hämolysierender Staphylococcus aureus in Reinkultur gezüchtet worden ist. — 19. XI. Am Oberarm vom Ellenbogen aufwärts fluktuierende Schwellung, aus der sich bei der

24. 10. 28. Starkstromverletzungen, am Ellenbogen brandwundenartige Gewebezerstörung mit Gelenkeröffnung; Wunde am Gesäß nachträglich vergrößert infolge Abstoßung nekrotischen Gewebes.

Incision blutiger Eiter entleert. Temp. 39,4. — 29. XI. Starke Durchfälle behoben nach Behandlung mit Molke und Carbo anim. Hohes Fieber, dauernd um 38,6 bis 39,7. Wunden an der Hüfte und am Fuß. Geringe Heilungstendenz. - M. deliriert, sieht Gestalten, fühlt sich bedroht. — Rest — M. im Blut 0,053. Δ = 0,052. — Th.: 250 ccm Bluttransfusion, Kochsalz. — 1. XII. Verwirrungszustand vorübergehend gebessert. Wunden unverändert, sondern noch ab. Temp. 39,4. — 10. XII. M. ist unklar und deliriert wieder. Wundheilungstendenz gering. — 28. XII. Wundnekrose abgestoßen; langsame Heilungsfortschritte. M. ist psychisch sehr sensibel. Nachmittags öfters leichte Gesichtsrötung. — 24. I. Gute Wundgranulation. Psyche unverändert. Temp. 38,6. — 1. II. Therapie: Vollbäder, wobei die Beine und das linke Ellenbogengelenk etwas bewegt werden. — Muskulatur und subkutanes Fettgewebe äußerst atrophisch. — 3. II. unvollständige Cataraktbildung am rechten und beginnende am linken Auge. M. hatte eine Art hysterischen (?) Anfall, weil ihm eine Morphiumspritze verweigert wurde. - 27. II. Nekrotische rechte Zehe wird im Grundgelenk exartikuliert und die Wunden auf dem rechten Fußrücken und der Ferse durch Transplantation gedeckt. Temp. 36,8. — 10. III. Transplantate gut angeheilt. Wieder tonisch-klonische Zuckungen in der linken Gesichts- und Körperhälfte. Temp. 36,8. — 17. III. Lähmung der linken Körperhälfte eingetreten. M. läßt unter sich. Profuse Durchfälle. Heilung der Gesäßwunde dadurch gefährdet. Temp. 38,0. — 25. IV. Trotz guter Aufnahme von Nahrung unaufhaltsamer körperlicher Verfall; Abmagerung zum Skelett. Temp. 39,6. Exitus.

5. 10. Stromnarbe am rechten Vorderfuß mit Hautabblätterung.

Sektionsbefund: Der Sektionsbefund des Pathologisch-Anatomischen Institutes lautet (Obduzent Prof. Dr. Schultz):

Große männliche Leiche; schlanker Körperbau; äußerst dürftiger Ernährungszustand. Am rechten Fuß besteht eine starke Verstümmelung. Nur die kleine Zehe ist vollständig, 2. bis 4. Zehe fehlt und von der ersten Zehe ist nur mehr ein Stumpf vorhanden. Zwischen der 1. und 5. Zehe besteht eine etwa markstückgroße Ulzeration, welche mit Krusten bedeckt ist. Die Haut am Fußrücken ist größtenteils atrophisch. Anscheinend handelt es sich hier um eine ausgedehnte vernarbte Wunde. An der Ferse besteht ein großer geschwüriger Defekt und auch an der linken Ferse ist die Haut an mehreren Stellen nekrotisch. Am linken inneren Knöchel ist die Haut ebenfalls atrophisch, weißlich an den Randpartien pigmentiert (vernarbte Wunde?). — Ein flacher geschwüriger Defekt besteht ferner über dem linken Schienenbein. An der Außenseite des rechten Oberschenkels eine 17 cm lange vernarbte Wunde (Operationswunde?), welche am unteren Ende noch oberflächliche Epidermisdefekte aufweist. In der Kreuzbeingegend ausgedehnter Dekubitus. Ein handtellergroßer bis auf den Knochen reichender Weichteildefekt findet sich an der Streckseite des rechten Ellenbogengelenks. Das Unterhautfettgewebe und die Muskulatur sind stark reduziert. Ersteres ist von gelbbrauner Farbe. Totenstarre überall gelöst. — Brusthöhle: Zwerchfellstand rechts 4. Rippe und links 4. I. C. R. In beiden Pleurahöhlen finden sich je ca. 50 ccm einer leicht getrübten gelblichen Flüssigkeit. Die pleura pulmon. im linken Unterlappen sowie an dem Oberlappen und dem rechten Unter-

24. 10. 28. Fortschreitender nekrotischer Verfall der 2.—4. rechten Zehe und der Weichteile am Fußrücken. Stromnarbe am linken inneren Knöchel.

lappen zeigt feine fibröse Belege. Im Herzbeutel ca. 75 ccm einer klaren gelben Flüssigkeit. Innenfläche glatt und spiegelnd. — Mundhöhle: Schleimhaut sehr blaß. Papillen am Zungenrand und Tonsillen sehr gering entwickelt. Pharynx, Oesophagus, Kehlkopf, Trachea o. B. — Schilddrüse ziemlich klein, Schnittfläche blaß, wenig kolloidreich. — Herz: Größe etwa der Leichenfaust entsprechend, sehr schlank. Myokard von gleichmäßiger Zeichnung, braun, glänzend. Klappen zart und beweglich. Intima der Kranzarterien und Aorta nahezu frei von Fleckenbildung. Lungen: Der linke Unterlappen ist im Volumen und in der Konsistenz vermehrt. Auf der Schnittfläche sieht man zahlreiche stark prominierende, gekörnte Herde. Der Luftgehalt ist stark vermindert. Auf Druck entleert sich reichlich trüber Saft, aus den Bronchien eitriges, schleimiges Sekret. Auch in den unteren Abschnitten des Oberlappens findet sich deutliche Konsistenzvermehrung und verringerter Luftgehalt. Ebenso findet sich in großen Abschnitten des rechten Unterlappens nahe dem unteren Rand ein größerer durch helle Farbe auffallender Herd mit gekörnter Schnittfläche. Vereinzelte kleine verdichtete Herde finden sich auch im rechten Mittellappen und in den unteren Abschnitten des Oberlappens. Die bronchialen und trachealen Lymphknoten sind teilweise beträchtlich vergrößert und von blaßgrauer Farbe. Bauchhöhle: Kein fremder Inhalt. Das Bauchfell ist glatt und spiegelnd. Zwischen Leber und Zwerchfell bestehen einige strangförmige Verwachsungen. Am Mesenterium und der Serosa der Därme fällt an zahlreichen Stellen eine schwärzliche Verfärbung auf. — Milz: Klein und schlaff, auf-

fallend blaß. Die Oberfläche ist glatt, auf der Schnittfläche sind Follikel nicht deutlich erkennbar. Die Pulpa ist sehr blutarm, von blaßroter Farbe und nicht abstreifbar. Magen: Ist ziemlich stark mit Flüssigkeit gefüllt. Die Schleimhaut ist stark gallig verfärbt, oberflächlich erweicht, sonst o. B. — Pankreas: Von entsprechender Größe. Schnittfläche von gewöhnlicher Läppchenzeichnung. Leber: Von regelrechter Größe und glatter Oberfläche. Jedoch finden sich über der Vorderseite des rechten Lappens einige Furchen und zwar entsprechend den Verwachsungen mit dem Zwerchfell an diesen Stellen. Auf der Schnittfläche findet sich entsprechend den narbigen Einziehungen an der Oberfläche ein ausgedehnter narbiger Bezirk in der Leber, welcher teils bindegewebig, narbig ist, ferner zahlreiche kleine leuchtend gelbliche Herdchen und einen größeren gallig imbibierten Nekroseherd enthält. Auf der Schnittfläche tritt die Läppchenzeichnung deutlich hervor. Es besteht das Bild einer Stauungsleber mäßigen Grades. — Nebennieren: Rinde sehr lipoidarm. - Nieren: Oberfläche im allgemeinen glatt. In der rechten Niere jedoch eine längliche narbige Einziehung. Die Parenchymzeichnung ist deutlich und regelrecht. Auch in der linken Niere finden sich mehrere Narbeneinziehungen an der Oberfläche. — Harnleiter und Harnblase: o. B. - Genitalien: Prostata von gewöhnlicher Größe, multiple Thromben im Plexus prostaticus. — Hoden: Deutlich atrophisch. — Darm: Im Dünndarm finden sich in einem zirkumskripten Bezirk mehrere kleine Knötchen und geschwürige Stellen in der Schleimhaut, im Mesenterium mehrere große, vollständig verkalkte Lymphknoten. Kopfhöhle: Weiche Kopfbedeckungen o. B. Knöchernes Schädeldach von mittlerer Dicke. Tiefe Pachionische Gruben. Die harte Hirnhaut ist ziemlich stark gespannt, ihre Innenfläche glänzend und feucht. In den Blutleitern sind postmortale Gerinnsel. — Hypophyse: Makroskopisch o. B. Die weichen Häute sind mäßig blutreich, die basalen Hirnarterien zartwandig. Die rechte Großhirnhälfte erscheint beträchtlich voluminöser als die linke. Insbesondere scheint die Gegend des rechten Scheitellappens vorgewölbt. Die Windungen sind hier stark verbreitert und abgeflacht. Nach vollzogener Härtung in Jores'scher Lösung wird ein Frontalschnitt durch das Gehirn gelegt und zwar durch die vordere Zentralwindung. Diese Stelle wird gewählt, weil hier die erwähnte Vorwölbung besteht und eine deutliche Fluktuation vorhanden ist. Auf der Schnittfläche erkennt man im rechten weißen Marklager eine mit dickflüssigem weißgrünlichem Eiter gefüllte nahezu bucklige Höhlung, welche mit einer pyogenen Membran ausgekleidet ist. Der Längsdurchmesser betätigt 6 cm und der Querdurchmesser 5 cm. Nach oben hin und medianwärts berührt die Höhlung nahezu die Rinde. In der Umgebung finden sich oberhalb der Höhle bräunlich verfärbte erweichte Hirnmassen, welche auch den Bereich der Rinde miteinbeziehen. Die seitliche

Wand der Höhle ist von der Gehirnoberfläche 2—3 cm entfernt, nach abwärts reicht die Höhle bis an den nucleus caudatus heran und kombiniert letzteren in der Richtung von oben bis unten. Auch der rechte Seitenventrikel erscheint von oben her kombiniert. Die andere Großhirnhemisphäre zeigt auf der Schnittfläche keine auffallende Veränderungen. - Mikroskopischer Lungenbefund: Im linken Unterlappen lobuläre nekrotische (verkäste) Herde. Keine Tuberkelbildung. In den übrigen Lungenalveolen homogene Exsudatmassen und große einkernige epithelähnliche Zellen. Sehr spärliche Leukozyten.

Anatomische Diagnose: Fall von sieben Monate zurückliegender Starkstromverletzung. Ulzeration der Haut am rechten Fuß und Defekt mehrerer Zehen. Tiefgreifendes ulcus an der Streckseite des rechten Ellenbogengelenks. Großer Hirnabszeß im rechten Marklager. Zahlreiche lobuläre, käsig pneumonische Herde im linken Unterlappen. Bronchopneumonie in verschiedenen Abschnitten beider Lungen. Eitrige Bronchitis. Schwellung der bronchialen und trachealen Lymphknoten. — Geheilte Ruptur im rechten Leberlappen. Narben in beiden Nieren. Verkalkte mensenteriale Lymphknoten. Atrophie der Hoden. — Dekubitus der Kreuzbeingegend und beider Fersen. Hochgradiger allgemeiner Marasmus. Vereinzelte Tuberkel und kleine Geschwüre im unteren Ileum.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Sofortige Bewußtlosigkeit. Schwerste brandwundenartige, ausgedehnte tiefgreifende Verletzungen an den Füßen, am linken Arm. Verbrennungen 2. Grades im Gesicht, an der rechten Hand und linken Hüfte. Conjunctivitis plus Hornhauttrübungen und -erosionen beider Augen. Komplikation durch multiple Abszeßbildung infolge Infektion mit staphylococcus aureus hämolyticus. Nekrose der 2.—4. Zehe rechts. Nach fünf Monaten infolge Gehirnabszesses totale Hemiplegie.

b) in forensischer Beziehung: Stromübertrittsstellen nachweisbar. Exitus.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Berührung einer 60 000 Volt Leitung bei Unachtsamkeit.

Der Kontakt mit der 60 000 Volt Hochspannungsleitung hat nicht momentan eintretenden Tod zur Folge gehabt, weil die Übergangswiderstände und damit der Stromabfall sehr groß gewesen sein müssen. — Der Tod trat nach sieben Monaten ein, wahrscheinlich infolge der Gehirnabszeßbildung und Lähmung des intermediären Stoffwechsels, denn M. verfiel vollkommen trotz andauernd guter Nahrungsaufnahme.

13. FALL.

Korbmacher W. Tsch. aus K., 24 Jahre alt, wurde am 11. 10. 29 laut Polizeibericht in einem Arbeitsraum der Korb-

warenhandlung H. F. aus K. mit dem Daumen einer Hand an der elektrischen Lichtfassung hängend tot aufgefunden. T. befand sich alleine in einem Arbeitsraum und hatte die Lichtfassung einer elektrischen Lampe berührt, in der sich keine Glühbirne befand. Dieses geschah angeblich aus Übermut, wobei er einen Schlag erhielt, der den sofortigen Tod zur Folge hatte. Es ist anzunehmen, daß die Fassung mit keinem Schutzring versehen war. Bei T. wurden sofort durch Samariter Wiederbelebungsversuche angestellt, die später in der Chirurgischen Klinik, in die er gegen 17,15 Uhr geschafft worden, fortgesetzt wurden, aber ohne Erfolg. Der Zementfußboden des Arbeitsraumes war an diesem Tage zwei Stunden vor dem Unfall kräftig mit Wasser gespült worden, so daß der ganze Fußboden noch feucht war. Der Verunglückte trug Lederpantoffel, in denen die Ferse frei war. Er betrat den Raum singend nach Aussagen des Meisters und etwas später hörte dieser ein tiefes Stöhnen, und er fand den Jungen tot an der Lichtleitung.

Das Protokoll der gerichtlichen Sektion vom 15. 10. 29 lautet (Obduzent Prof. Ziemke, Institut für Gerichtliche Medizin):

a) äußere Besichtigung: 160 cm lange, bekannte, männliche Leiche; Knochenbau kräftig, Fettpolster gering, Muskeln derbe. Die Haut zum größten Teil grünlich gefärbt. Die Blutadernetze unter der Haut an einzelnen Stellen als schmutzig oder braungrüne, blaurote Streifen sichtbar. — Der behaarte Kopf ohne Verletzungen. Die Gesichtshaut gleichmäßig grün gefärbt. An den Nasenöffnungen etwas angetrocknetes Blut, dessen Ablaufrichtungen nach den Mundwinkeln und linkem Ohransatz gehen. Augen geschlossen. Augenbinde- und -lidhäute schmutzig rosa. Pupillen 5 mm breit. Hornhaut rauchig getrübt. Nasenöffnungen mit angetrocknetem Blut beschmutzt. Ohröffnungen trocken. Mund geschlossen. — Haut an Hals, Brust und Rücken tiefgrün, am Bauch in der Mitte noch etwas grau gefärbt. Bauchdecken gespannt und wenig eindrückbar. Geschlechtsteile ohne Veränderungen. Afteröffnung geschlossen, nicht beschmutzt. — Rechter Arm gleichmäßig grün, faul. Blutadernetze sehr deutlich. Linker Arm grünlich, zum Teil kupferrot. Am Ellenbogen 15 cm unterhalb von ihm auf der Streckseite zwei Hautabschürfungen von annähernd gleicher Größe, 2 : 1 cm groß. Die Hautabschürfungen am Ellenbogen schräg gestellt, die am Unterarm längs. An der Beugefläche des linken Daumens, über dem Grundgelenk eine blasenförmige Ablösung der Oberhaut von rundlicher Form, 1 cm breit, darunter die eingetrocknete Lederhaut sichtbar. Die Haut blaß und grau ohne irgendwelche Verbrennungserscheinungen. Am Nagelglied des linken Mittelfingers an der Nagelfalz auf der Daumenseite eine kleine Hautvertrocknung von länglicher Form 8 mm lang und 3 mm breit. Untere Gliedmaßen o. B. Totenstarre am ganzen Körper gelöst, nur noch die Fuß- und Zehengelenke steif.

b) innere Besichtigung: Brust- und Bauchhöhle: Bei der Eröffnung der Bauchhöhle entleert sich reichlich Fäulnisgas. Bauchfett grünlich, 2 cm dick. Die Muskeln dunkelfleischrot, kräftig. — Im kleinen Becken 20 ccm dunkelrote Fäulnisflüssigkeit. Netz heruntergeschlagen, fettarm. Die Gefäßlinien nur vereinzelt sichtbar. Dünn- und Dickdärme stark aufgetrieben, schmutzig rosa, teils grünlich verfärbt. Bauchfell durchsichtig und glatt. — Zwerchfellstand rechts oberer und links unterer Rand der 4. Rippe. — Lungen beide frei. In beiden Brustfellräumen nur wenige ccm schmutzig rötliche Fäulnisflüssigkeit. Im Mittelfeld der Brusthöhle ein Brustdrüsenrest von 7 : 2 cm . — Im Herzbeutel 3 ccm schmutzig rote Fäulnisflüssigkeit. Das Herzfell durchsichtig und glatt. Die Fettunterpolsterung gering; das Herz auffallend groß, schlaff, 13 : 12 cm. In der rechten Vorkammer und Kammer nur einige Tropfen schwarzes, flüssiges Blut. In der linken Vorkammer der gleiche Inhalt. Die Kammeröffnungen sind durchgängig. Die Klappensegel durch Fäulnis schwarzrot, zart. Sehnenfäden glatt, Klappenmuskeln abgeplattet. Linke Herzhöhle ziemlich weit. Kammerwand links 17, rechts 15 mm. Herzfleisch an den Klappenmuskeln auf der Schnittfläche gelblich braun, auf dem Flachschnitt bräunlich. Innere Herzhaut durchsichtig und glatt. Die Kranzgefäße an einzelnen Stellen mit gelben Buckeln, sonst gehörig weit. Anfangsteil der Brustschlagader rosa durch Fäulnis. Gefäßhaut glatt. — Beim Durchschneiden der Luftröhrenäste fließt etwas schmutzig rote Flüssigkeit heraus. Der Brustfellüberzug vollkommen glatt und durchsichtig. Farbe der Lungenoberfläche blaurötlich. Lungen gleich schwer; Maße rechts 21 : 16 : 8, links 23 : 15 : 7 cm. Auf der Schnittfläche Gewebe glatt, dunkelrot, bei Druck entleert sich etwas schaumiger rosaroter Gewebssaft und schwarzes Blut. Das Gewebe überall weich, leicht eindrückbar, luftkissenartig elastisch. In den Luftröhrenästen nur wenig schwarzrote Flüssigkeit. Die Verzweigungen der Lungenschlagadern sind leer. — Der Zungenrücken ist grau, die Balgdrüsen am Zungengrund sind ziemlich reichlich und groß. Auch die Mandeln sind bohnengroß und zerklüftet, rosarot, enthalten keine Pfröpfchen. Die hintere Rachenwand ist dunkelrot und hat einzelne, bis erbsengroße Lymphknötchen. Speiseröhre leer, ihre Schleimhaut schmutzig, graurot. Kehldeckel scharf; Innenfläche schmutzig rot, Eingang frei. Im Kehlkopf und in der Hauptluftröhre etwas schmutzig-roter Schleim. Die Schleimhaut ist von zahlreichen Blutadern durchsetzt und glatt. — Bogen und absteigender Teil der Brustschlagader sind schmutzig rot, zeigen an einzelnen Stellen etwas gelblich gefleckte Stellen, ohne deutliche Hervorbuckelung. Schilddrüse 6 : 2,5 : 1 cm, blaurötlich, auf der Schnittfläche körnig. — Halsschlagadern schmutzig rosa, Gefäßhaut glatt. Halsbluladern mit flüssigem, schwarzen Blut gefüllt. — Bauchhöhle: Die Milz ist groß, etwas gespannt, ihre Kapsel

stahlblau. Größe 14 : 8,5 : 6 cm. Die Schnittfläche ist dunkelrot, das Gewebe etwas überquellend. Auf der Schnittfläche zahlreiche Milzkörperchen sichtbar. Blinddarm o. B. Nebennieren mit gut erkennbarer Zwischenschicht, im Zentrum etwas erweicht. — Nierenfett beiderseits gering. Bindegewebskapsel leicht ablösbar. Nierenoberfläche glatt, bräunlich. Größe 11,5 : 6 : 3,5. Schnittfläche bräunlich. Markkegel dunkler. Rindenzeichnung undeutlich, etwas verschwommen, Markstrahlen ziemlich breit. Gewebe wenig durchscheinend. Nierenbecken leer, seine Schleimhaut grau In der Harnblase kein Urin. Ihre Schleimhaut glatt und grau. Die Vorsteherdrüse 3 : 5 cm, derb, gelbgrau. — Mastdarm leer, seine Schleimhaut grau und glatt. Lymphknoten sind kaum sichtbar. Der Gallengang ist durchgängig, der Magen aufgetrieben. Äußere Magenwand glatt und grau. Im Magen nur 10 ccm rötliche Flüssigkeit mit einigen Kartoffelstückchen. Im 12-Fingerdarm der gleiche Inhalt. Die Magenschleimhaut ist graurosa und glatt, ihre Blutaderäste sind durchscheinend. Der Pförtner ist gut durchgängig. 12-Fingerdarmschleimhaut schmutzig rot, durch Gasblasen abgehoben. Die Bauchspeicheldrüse mißt 17 : 4 cm, ist drüsig und gelbrosa. Das Gekröse ist wenig fettreich, seine Drüsen sind erbsengroß. Die Leber ist grauschwarz und von glatter Oberfläche. Größe 25 : 17 : 8 cm. Ihr vorderer Rand ist stumpf, die Schnittfläche ebenfalls grau und schiefrig und die Leberzeichnung wenig ausgesprochen. Bei Druck entleert sich wenig schaumiges Blut. In der Gallenblase ist etwas bräunlich dünne Galle. Ihre Schleimhaut erscheint samtartig und glatt. — In der unteren Hohlblutader ist wenig schwarzes, flüssiges Blut. Die Bauchschlagader ist auffallend eng, mißt aufgeschnitten 3 cm. Einzelne streifenförmige gelbe Flecke sind sichtbar, sonst ist sie glatt. — Im Dünndarm wenig dünner Speisebrei, die Schleimhaut gleichmäßig, schmutzig rosa, in der unteren Hälfte mehr graugrünlich. Ihre Lymphknötchen sind deutlich, zahlreich und die Lymphplatten hervortretend. Im Dickdarm ist die Wand mit etwas bräunlichem Kotbrei bedeckt. Auch hier sind die Lymphknötchen deutlich sichtbar. Die Schleimhaut ist graurosa. — Beide Hoden im Hodensack, ohne Veränderungen. — Kopfhöhle: Weiche Kopfdecken, rötlich gefärbt, ohne Blutaustritte. Der Schädel ist groß, dünnwandig, mißt 18 : 15,5 cm, die knöcherne Wand durchschnittlich 3 mm. Die Gefäßfurchen sind recht deutlich. Auf der Schädelfläche zahlreiche Blutpunkte sichtbar. Harte Hirnhaut durchscheinend. Ihre Innenfläche glatt. Die Gefäßlinien sind ziemlich bis in die kleineren Zweige hinein zu verfolgen. Weiche Hirnhaut durchsichtig. Die Blutadern sind bis in die kleineren Gefäße gefüllt. Die Schlagadern der Hirngrundfläche glattwandig und zusammengefallen. In den Hirnkammern sind einige Tropfen trübe Flüssigkeit. Die grauen Hirnkerne schimmern grünlich durch. Die Kammern sind nicht erweitert. Ihre Auskleidung ist glatt.

Die obere Gefäßplatte ist zart, die Gefäßlinien sind kaum sichtbar. Die weiße Hirnsubstanz ist leicht grünlich verfärbt, Blutpunkte sind spärlich. Die grauen Hirnkerne und Hirnrinde sehen dunkelgrün aus. Das Kleinhirn ist sehr weich. Brücke und verlängertes Mark sind etwas fester und noch besser erhalten als das übrige Gehirn. Auf den Schnittflächen ist die Zeichnung gut erkennbar, grobsichtig. Keine Blutaustritte feststellbar. In den großen Blutleitern der Schädelgrundfläche ist wenig schwarzes flüssiges Blut. — Mikroskopisch sieht man am Herzfleisch noch deutliche Querstreifen. An anderen Stellen sind die Herzmuskelzellen in feine Körnchen aufgelöst (Fäulnis?). Hierauf wurde die Obduktion geschlossen und das vorläufige Gutachten abgegeben wie folgt: Eine bestimmte Todesursache ist durch die Obduktion nicht festgestellt worden. Die Leichenfäulnis war bereits stark vorgeschritten. Auffallend war das große schlaffe Herz. Außerdem fand sich eine allgemeine starke Entwicklung der Lymphapparate, auffallende Enge der Bauchschlagader und ein ziemlich großer Brustdrüsenrest. Am linken Daumen war eine Hautveränderung vorhanden, die als Strommarke infolge Einwirkung eines elektrischen Stromes gedeutet werden kann. — Unter Berücksichtigung dieser Marke und der dem Tod voraufgegangenen Vorgänge ist es kaum zweifelhoft, daß der Tod des Verstorbenen durch die Einwirkung eines elektrischen Lichtstromes von 220 Volt verursacht worden ist.

Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Momentan eingetretener Tod nach Kontakt mit Lichtstrom. Wiederbelebungsversuche erfolglos.

b) in forensischer Beziehung: Spezifische Strommarke am rechten Daumen. Exitus durch 220 Volt Lichtstrom. Wichtig für den unglücklichen Ausgang des Unfalls ist der durch die gerichtliche Obduktion festgestellte sog. status thymico-lymphaticus mit persistierender Thymusdrüse und großem Lymphfollikelapparat im Rachenring und in der Darmschleimhaut.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: Unvorsichtige Berührung einer Lichtleitung von 220 Volt Wechselstrom; Effektivspannung = ca. 310 Volt Scheitelspannung.

14. FALL.

Bauarbeiter O. L., 31 Jahre alt, aus K., wurde am 9. 11. 29 gegen 17 Uhr durch einen elektrischen Starkstrom — 220 Volt Wechselstrom — getötet. Aus den Akten des Kieler Instituts für gerichtliche Medizin ist folgendes für die Anamnese zu entnehmen: L. stand bei seiner Arbeit in einem Graben auf feuchtem Lehmboden und schwitzte stark, weil er ziemlich angestrengt geschafft hatte. Er nahm eine Kabellampe in seine rechte

Hand und wollte deren Birne festdrehen. Dabei berührte er mit der ganzen Hand die Messingfassung der Lampe. Im selben Augenblick schrie L. nach Zeugenaussagen noch zweimal auf und ist gleich bewußtlos zusammengebrochen. Wie festgestellt wurde, hatte der Strombürdeleiter der Lampe eine Verbindung mit dem Messingteil. Sofortige Belebungsversuche, die auch in der Ambulanz der Universitätsklinik für Chirurgie noch längere Zeit fortgesetzt wurden, waren erfolglos.

Das Protokoll der gerichtlichen Sektion (Obduzent Prof. Ziemke) vom 13. 11. 29 lautet:

a) äußere Besichtigung: 166 cm lange, bekannte, männliche Leiche von kräftigem Knochenbau mit geringem Fettpolster und derben Muskeln. Totenstarre noch vorhanden. Haut vorne grauweiß, an den Schultern, den Seitenteilen des Rumpfes, an den Innenseiten der Oberschenkel und hinten am Körper blaurot. Am Rücken zahlreiche kleine, bis 2 mm breite Hautblutungen, massenhaft nebeneinander gelagert in der unteren Brust und der ganzen Lendengegend. Die Umgebung der Haut blau bis hellrötlich. Der Kopf ohne sichtbare Verletzungen. Die Gesichtshaut ist gelblich, an den Seitenteilen leicht bläulich. Die Ohrmuscheln sind dunkelblau, die Augenlider geschlossen. Die Augenbindehäute vollkommen glatt, ohne jede Gefäßfüllung. Die Pupillen beide gleich weit, 5 mm breit und die Hornhäute leicht getrübt. Die Nasen- und Ohröffnungen sind trocken. Der Mund ist halb geöffnet. Die Zunge ist zurückgesunken. Der Hals ist schlank, vorne grau, an den Seiten und hinteren Teilen blaurot. An Brust und Rücken keine Verletzungen sichtbar, nur auf der Vorderbrustseite 8 cm unterhalb des oberen Brustbeinrandes, 4 cm nach links von der Mittellinie eine 2 mm breite braune Hautvertrocknung ohne jede Blutunterlaufung. Bauch weich, leicht grünlich verfärbt, grau und glatt. Männliches Glied blaß, Harnröhrenöffnung feucht. Samenfäden unter dem Mikroskop nirgends sichtbar. After geschlossen, ohne Kotbesudelung. — An den oberen Gliedmaßen, insbesondere an den Fingern keine Verletzungen, nur am Rücken des fünften rechten Fingers über dem Endglied, in der Haut ein trockener, anscheinend älterer Riß von 2 cm Länge, der nur die Oberhaut durchdringt. Im Unterhautgewebe kein Bluterguß. Am linken Handrücken dicht über dem Handwurzelknochen, zwischen erstem und zweitem Mittelhandknochen gelegen, etwa sechs punktförmige, kleine Hautvertrocknungen, rundlich, von 2 mm Breite, drei nebeneinander gelegen, die anderen drei in Dreiecksform etwas weiter entfernt. Auch hier keine Blutunterlaufung. Sonst sind mit der Lupe Verletzungen nirgends zu sehen. Am linken Unterschenkel vom unteren Knierand 4 cm und von der Mittellinie 7 cm entfernt nach außen eine 5 mm breite, rundliche Hautvertrocknung, ebenfalls nicht blutunterlaufen. Am rechten Unterschenkel 21 cm unter dem unteren Kniescheibenrand, 4,5 cm nach außen von

der Mittellinie eine 1½ cm lange, 0,5 cm breite, streifenartige Hautvertrocknung ohne Blutunterlaufung. In dieser eine 1 mm breite, schwarze Gefäßlinie. Am linken äußeren Fußrande eine geschwärzte, 4 : 1½ cm lange Hautstelle, an der Papillarlinien deutlich zu sehen sind und die nicht den Eindruck einer Verbrennung macht. Auch keine Blutunterlaufung. Anscheinend nur äußere Beschmutzung.

b) Innere Besichtigung: Fettpolster am Bauch grünlich verfärbt, 1 cm dick, Muskulatur nur 1½ cm, dunkelfleischrot. Das Bauchfell spiegelnd und glatt. Im kleinen Becken nur einige Tropfen klare Flüssigkeit. Das Netz fettarm, nur wenige schmale Gefäßlinien zeigend. Die Oberfläche des linken Leberlappens ist mit dem Rippenbogen flächenmäßig verwachsen. Die Leber ist zwei Querfinger breit unterhalb des Rippenbogens sichtbar. Der Zwerchfellstand rechts oberer Rand, links unterer Rand der vierten Rippe entsprechend. — Die Rippenknorpel sind gut schneidbar. In den Brustfellräumen nur einige Tropfen klare rötliche Flüssigkeit enthaltend. Die Lungen sind vollkommen frei. Der Herzbeutel ist mit etwas Fett überwachsen; deutlicher Brustdrüsenrest von 10 : 2,5 : 1 cm, auf der Schnittfläche dunkelrot mit reichlichem Drüsensaft. — Im Herzbeutel 1 ccm blutig gefärbte Flüssigkeit. Das Herzfell ist durchsichtig mit wenig Fett unterpolstert. Rechtes Herz schlaff, linkes zusammengezogen. Gesamtgröße 10,5 : 9,5 cm, ziemlich klein. In der rechten Vorkammer 50 ccm, mit kleinen Luftblasen untermischtes, flüssiges schwarzes Blut. Vorhofkammeröffnungen gut durchgängig. Klappen zart, gut schlußfähig, leicht blutig verfärbt. Herzkammern nicht erweitert. Die Herzwand mißt links 1,5, rechts 0,5 cm, das Herzfleisch ist derb und bräunlich. Die innere Herzhaut ist durchsichtig und ohne Blutaustritt. Kranzaderöffnung und -lichtung gut weit. In der Gefäßhaut nur vereinzelt kleine gelbe Einlagerungen. Der Anfangsteil der großen Körperschlagader ist glatt, ohne Veränderungen. Nach Herausnahme des Herzens ist in der Herzgrube noch 120 ccm schwarzes flüssiges Blut. — Zungenrücken grauweiß, die Mandeln sind ziemlich groß, vorspringend, gut Pflaumengröße, blaugrau und zerklüftet. Die Balgdrüsen der Zunge sind groß. Hintere Rachenwand blaurot erscheinend, mit braunem Schleim bedeckt, mit kleinen stecknadelkopfgroßen Lymphknötchen reichlich versehen. Speiseröhre leer, ihre Schleimhaut mit braunem Schleim bedeckt, blaurötlich und glatt. Kehlkopfeingang frei. Kehlkopfeingangsfalten scharf. Kehldeckel innen rosarot, ebenso die Luftröhrenschleimhaut, von zahlreichen kleinsten Gefäßen durchsetzt, mit etwas grauem Schleim belegt. Dieser auch in den größeren Luftröhrenästen vorhanden, etwas staubig. Die Schleimhäute auch hier rosarot. Beide Lungen schwer, groß, 21 : 14 : 8 cm. Das Lungenfell überall durchsichtig und glatt, vereinzelte stecknadelkopfgroße Blutpunkte unter ihnen zu sehen, auch an den vorderen

Rändern. Die Lunge vorne graurot, hinten dunkelblau, ihre Schnittfläche glatt und blutreich. Bei Druck entleert sich viel schwarzes Blut und etwas blutiger Schaum. In der rechten Spitze eine schiefrige Narbe. Das Lungengewebe überall elastisch, gut eindrückbar. Die Lungengefäße sind frei von Blutpfröpfen. Die Brustschlagader besitzt glatte Gefäßhaut, nur einzelne kleine gelbe Streifungen von Stecknadelspitzlänge. — Die Schilddrüse 5 : 3 : 2 cm ist auf der Schnittfläche graurötlich und körnig. Die Halsgefäße zeigen vollkommen glatte Gefäßhaut, nur unterhalb der Teilungsstelle einzelne kleine gelbe Streifen. In den Blutadern schwarzes flüssiges Blut. In der Bauchhöhle ist die Milz ziemlich derb, die Kapsel stahlblau, ihre Größe 12 : 8 : 4 cm. Die Schnittfläche ist dunkelrot, die Milzkörperchen sind zahlreich, das Gewebe quillt nicht über. Nebennieren gut erhalten, mit deutlicher Zeichnung. Das Nierenfett ist spärlich. Die Kapsel gut ablösbar. Der Harnleiter verläuft gestreckt. Die Oberfläche der Nieren ist glatt, die Größe 11 : 5 : 4 cm, ihre Schnittfläche dunkelrot. Rinde und Mark sind getrennt sichtbar. Das Gewebe ist durchscheinend. Das Nierenbecken ist leer. Die Harnblase ist fast leer, enthält nur wenig bräunlichen Urin. Ihre Schleimhaut ist glatt und blaurötlich. Die Vorsteherdrüse, 3,5 cm breit, erscheint grau und derb. Im Mastdarm ist etwas brauner Kotbrei enthalten. Die Schleimhaut grau und glatt. Der Gallengang ist durchgängig. Im Magen 10 ccm bräunliche Flüssigkeit enthalten; sein Pförtner gut durchgängig. Die Schleimhaut ist gleichmäßig, graurötlich und glatt, etwas gefaltet im 12-Fingerdarm. In diesem reichlich braune Flüssigkeit. Die Bauchspeicheldrüse zeigt keine Veränderungen. Das Gekröse ist fettarm. Die Leber 27 : 17 : 11 cm, stumpf, ihre Zeichnung wenig deutlich auf der Schnittfläche. Das Gewebe braunrot. In der Gallenblase flüssig braune Galle. — Untere Hohlblutader mit reichlich schwarzem flüssigen Blut angefüllt, die Bauchschlagader ziemlich eng, 3 cm in aufgeschnittenem Zustand. Im Dünndarm graugelbe Schleimhaut, Lymphknoten und -platten ziemlich deutlich. Im ganzen Dickdarm und im Mastdarm bräunlicher Kotbrei, Schleimhaut grau, glatt, Lymphknötchen nicht deutlich zu erkennen. Kopfhöhle: Weiche Kopfdecken, gelbrosa gefärbt. Schädeldach mit harter Hirnhaut verwachsen. Maße 18 : 14,5 cm, mittlere Knochendicke 3 mm. Gefäßfurchen glatt. Harte Hirnhaut wenig durchscheinend; Innenfläche glatt und spiegelnd, im Längsblutleiter flüssiges Blut. Die weiche Hirnhaut ist gut durchsichtig. Die Blutadern bis in die Mittelzweige gefüllt. Die Schlagadern der Hirngrundfläche sind glattwandig und leer. Die Hirnhöhlen mit etwas klarer Hirnflüssigkeit gefüllt. Die obere Gefäßplatte zart. Blutadern als blaue Linien sichtbar. Die Wandung der Gehirnkammern ist glatt und die weiße Gehirnsubstanz ist mit ziemlich reichlichen Blutpunkten bedeckt, weich. Graue Hirnkerne o. B. 4-Hügelgegend

ebenfalls. Das Kleinhirn ist ziemlich weich. Hier sind die Blutpunkte spärlicher. In der Brücke und dem verlängerten Mark deutliche Gewebszeichnung, grobsichtig, keine Blutungen feststellbar. Schädelknochen an der Grundfläche ohne Verletzungen. Die Blutleiter enthalten schwarzes flüssiges Blut. — Mikroskopischer Befund: Das Herzfleisch hat noch gut erhaltene Querstreifung und keine deutliche Pigmentierung. An der Sohlenhaut makroskopisch: Schwärze abstreifbar und aus bräunlichen, anscheinend Schmutzkörnchen bestehend.

Diagnose: Tod durch elektrischen Unfall (Starkstrom von 220 Volt). Status thymico-lymph.; chronische Pachymeningitis. Hervorzuheben ist

a) in klinischer Beziehung: Sofortiger Exitus durch 220 Volt Wechselstromwirkung. Wiederbelebungsversuche erfolglos.
b) in forensischer Beziehung: Tod momentan durch 220 Volt Wechselstrom. Fehlen von spezifischen Stromspuren. Augenzeugen des Unfalls. Schmelzungsspuren an der Metallfassung der Kabellampe.
c) in gesundheitstechnischer Beziehung: schlecht isolierte elektrische Kabellampe verschuldet den Tod eines Menschen.

Auch in diesem Fall hat die besondere Konstitution des L. — status thymico-lymph. — für den unglücklichen Ausgang bestimmt große Bedeutung. Hinzu kommen als für L. unglückliche Begleitumstände die feuchte Hautoberfläche, durchschwitzte Kleidung und der feuchte Lehmboden, auf dem er stand. So waren die Stromwiderstände gering. Der Strom konnte um so stärker wirken und das Fehlen jeglicher Stromspur findet seine Erklärung in der großen Kontaktfläche und den anderen geringen Stromübergangswiderständen.

15. FALL.

Elektrotechniker E. K. aus K., 44 Jahre alt, war am 5. Juli 1922, vormittags 10 Uhr, in einem Werk des Städtischen Licht- und Wasserwerkes damit beschäftigt, in einem Schaltraum der Hochspannungsleitung eine Wand auszumessen. In diese Wand sollten Löcher für die Durchführung von Kupferleitungen geschlagen werden. In diesem ungefähr 10 m langen Raum befinden sich auf der linken Seite 13 Schaltkammern, die ungefähr 1 m breit und tief und 3 m hoch sind. Über dem 1 m langen Gang neben diesen Kammern sind gelegt in einer Höhe von 3 m auf quergestellten Eisenträgern, die wiederum auf an den Wänden längslaufenden Eisenschienen ruhen, drei breite Kupferbänder auf Porzellanisolatoren, durch die hochgespannter Strom von ca. 5000 Volt läuft. Bevor die Ausmessung an der Wand vorgenommen wurde, waren auf Anordnung des Werkmeisters im Schaltraum die in den einzelnen Kammern befind-

5. 7. 22. Starkstromunfall: Tiefe, das Schultergelenk eröffnende Brandwunde. Muskelgewebe verkohlt, krümelig, Hautränder braun, trocken, z. T. in Blasen abgehoben.

lichen Schaltungen ausgeschaltet. Die Ausschaltung geschieht von einer Stelle außerhalb des Schaltraumes in der Weise, daß aus an einem oberen Sockel isolierten, festgesetzten Klemmen Kupferplatten heruntergerissen werden, wodurch die Leitung unterbrochen ist. Nach den Angaben des Meisters will er mit K. gemeinsam vor Ausführung der Arbeit sich davon überzeugt haben, daß in sämtlichen Zellen die Klemmen ausgeschaltet waren, so daß in den Kupferbändern z. Zt. kein Strom lief. K. ist dann am Ende des Raumes auf eine Leiter gestiegen, um die Messung auszuführen und hat dabei seinen Arbeitskollegen fortgeschickt, ein Notizbuch zu holen. Kurze Zeit nachdem bemerkte dieser Brandgeruch und sah beim Öffnen des Schaltraumes K. mit schweren Brandwunden tot an der Erde liegen. Als darauf die Zellen noch einmal nachgesehen wurden, fand sich in der drittletzten Zelle die Klemme dadurch wieder eingeschaltet, daß der Isolator aus Porzellan mitten durchgebrochen war und der abgebrochene Teil mit der Klammer und einer dicken Kupferstange, die die Verbindung mit der breiten Kupferleitung hergestellt, herabgesunken war auf den nach unten gezogenen Kupferteil der Schaltklemme. So war wiederum Stromschluß hergestellt. Es befand sich also in dem Kupferband 5000 Volt Starkstrom. Von der Betriebsleitung wird angenommen, daß K., während er zwischen Eisenträger und Hochspannungsleitung an der Wand eine Messung vornahm, plötzlich dadurch Strom bekommen hat, daß durch einen unglücklichen Zufall der Isolator unerwartet mitten durchsprang und der Klemmenteil herunterfiel oder dieser langsam heruntersank, bis plötzlich die Schaltung eintrat. Der gerufene Arzt war gleich zur Stelle. K. war tot. Bei der Einlieferung in die Chirurgische

Ausgedehnte Starkstrombrandwunde am rechten Schultergelenk und linken Arm. Weichteile verkohlt, trocken, krümelig.

Klinik — eine Stunde nach dem Unfall — wurde eine Temperatur in der Achselhöhle links 67 Grad, rechts 45 Grad und rektal 37,7 Grad gemessen.

Sektionsbefund vom 6. VII. 22 (aus dem Institut für gerichtliche Medizin): 174 cm langer, kräftiger Mann, im mittleren Ernährungszustand. Gesicht etwas blaurot. Augen: geschlossen, Hornhäute getrübt. Augenbindehäute mit feiner Gefäßzeichnung, graurot. Aus den Nasenöffnungen und aus den Mundwinkeln fließt etwas Blut. Halshaut glatt. Die Brust ist gleichmäßig gewölbt. Die Bauchdecken sind etwas aufgetrieben. Verbrennungsverletzungen: An der rechten Hand über den Mittelhandknochen gehende Brandwunde. Die Umgebung dieser Wunde ist gebräunt, sie selbst vollkommen trocken, ihre Ränder sind verkohlt. Die umgebende Haut ist ebenfalls trocken und verkohlt, zeigt abgehobene Blasen. Die freiliegende Knochenhaut ist trocken und teilweise mit Kohleteilchen bedeckt. An einzelnen Hauthaaren kleine Auftreibungen mit Kohlebelag. 4 cm oberhalb dieser Wunde über dem Radiusköpfchen eine derbe, feste, bräunliche, 2 cm breite, runde Hautvertrocknung, in deren Umgebung die Haut ebenfalls blasenförmig abgehoben, trocken, bräunlich und gefaltet ist. Die Haare sind in größerer Umgebung abgesengt. An der rechten Schulter sieht man eine bis auf das Schultergelenk in die Tiefe gehende, stark verkohlte Wunde, in deren Umgebung die Haut bräunlich verfärbt, trocken und blasenförmig abgehoben ist. Die ganze Schulterrundung fehlt. Die noch vorhandenen Muskelreste sind kohleartig geschwärzt, trocken und krümelig. Der Humeruskopf liegt frei. Die äußere Hälfte ist ebenfalls verkohlt. Die umgebende Haut ist rosarot und durch einen deutlichen Brandsaum gegen die übrige Haut abgesetzt.

Starkstrombrandwunde am linken Arm. Weichteile verkohlt, krümelig. Oberarmbruch nach Sturz des Verletzten von einer Leiter. Knochen schwarz verfärbt, mit stellenweisen porzellanartigen Auflagerungen.

Am Oberarm und über dem Schulterblatt ist die Haut in großer Ausdehnung rötlich braun gefärbt. Man sieht deutlich schwärzliche Reste der abgesengten Haare, z. T. ist die Haut auch schmutzig bräunlich und blaß. Die Verbrennungen am linken Arm sind ebenfalls erheblich. Hier ist der Oberarm kurz vor dem Ellenbogen schräg durchbrochen. Die Bruchstelle des freiliegenden Knochens ist schwärzlich, z. T. verkohlt mit einer porzellanartigen Auflagerung versehen, die sich nicht ohne weiteres abkratzen läßt. Die freiliegenden Muskelteile sind bräunlich grau, wie gekocht aussehend und z. T. verkohlt. Die verkohlte Wunde mißt 17 : 13 cm. Die Haare sind bis zur Schulter hinab versengt, die Haut ist grauweiß, in der Achselhöhle z. T. abgelöst und gefaltet. Am Unterarm sieht man an der Beugeseite eine rosarote Verfärbung mit deutlichem Brandsaum gegen die unversehrte Haut. Über den Radius bis zum Radiusköpfchen eine 10 : 4 cm große, bräunlich rote Hautscharte. Die Oberhaut ist hier abgelöst, die Hauthaare sind abgesengt. Am Unterarm der kleinen Fingerseite liegt eine längliche Brandwunde, 14 : 8 cm messend, die gelblichgrau gefärbt ist und deren Haare abgesengt sind. Im Zentrum in einer Ausdehnung von 3 mal 7 cm eine Verkohlung der Oberhaut. Die Lederhaut ist vertrocknet und z. T. mit Kohleteilchen bedeckt. Die ganze Partie ist durch einen roten Rand gegen die Umgebung abgegrenzt.

Auf dem Längsschnitt in der Brustwand sind reichlich Blutaustritte zu sehen. Auf der rechten Seite fällt eine Vertrocknung der Brustmuskel auf und auf der linken Seite ist diese noch ausgesprochener. Die Querschnitte zeigen getrübtes, wie gekocht aussehendes Muskelgewebe. Die Fettpolsterdicke in der Bauchgegend beträgt 8 mm. Die Bauchfellauskleidung ist spie-

Starkstromverletzung am linken Ellenbogengelenk. Knochenbruchstelle freiliegend, mit porzellanartigen Perlen besetzt, Weichteile verkohlt.

gelnd. Das Netz ist zart, mit wenig Fetteinwachsungen versehen. Der Zwerchfellstand ist rechts in der Höhe der dritten, links in der der 4. Rippe. Der Rippenknorpel schneidet sich auffallend schwer. Erster Rippenknorpel beiderseits verknöchert. Die Lungenränder berühren sich in der Mitte bzw. treten etwas übereinander, sinken wenig zurück und sind auf der Vorderseite auffallend blaß. Beide Lungen nirgends verwachsen. — Das Herzfell ist durchscheinend, innen spiegelnd. Das Herz ist groß und schlaff, 12 : 12 cm. Über der rechten Kammer liegt ein Sehnenfleck. Auf der rechten Seite ist 200, auf der linken 100 ccm dunkelflüssiges Blut angesammelt. Bei genauerer Untersuchung kein CO-Hämoglobingehalt festzustellen. Nach Herausnahme des Herzens ist in der Herzgrube noch 200 ccm Blut enthalten. Die Kranzschlagader und der Anfangsteil der Hauptschlagader haben glatte Innenhaut. Der Herzmuskel ist von blaßrotbräunlicher Farbe und durchsichtig. Auf Flachschnitten keine Schwielenbildung festzustellen. Auf der linken Seite sind die Papillarmuskel abgeflacht. Zwischen den einzelnen Lungenlappen zeigen sich beiderseits einzelne kleinfleckige Blutungen, ebenso auf der Grundfläche. In der rechten Spitze lassen sich einzelne kleine, erbsengroße Herde fühlen, die sich beim Einschneiden als Kreideherde erweisen. Im übrigen zeigen beide Lungen auf Durchschnitten eine glatte Schnittfläche. Das Gewebe ist gleichmäßig lebhaft rot. Auf Druck fließt reichlich Ödemflüssigkeit ab. — Auf dem hinteren Zungenrücken in der Speiseröhre, im Kehlkopfeingang und in der Luftröhre, ebenso in deren größeren Verästelungen blutiger Schleim. Die Schild-

Fragment von der Oberarmbruchstelle, Knochen z. T. geschwärzt, mit porzellanartigen festsitzenden perlartig geformten Gebilden (Schmelzungsprodukt der Hitzewirkung aus Kalziumphosphat).

drüse ist gewöhnlich groß und ihre Schnittfläche von normalem Aussehen. Der Bogen der Hauptschlagader besitzt normal aussehende Innenhaut. In den Halsschlagadern sind vereinzelte kleine gelbliche weiße Flecken zu sehen. — Die Milz: 15,5 : 9,5 : 1,5 cm betätigend, ist weich. Ihre Oberfläche ist graublaurot und die Schnittfläche zeigt Pulpareichtum und zahlreiche Follikel. Ihr Gewebe ist sehr blutreich. — Beide Nieren sind von wenig Fett eingehüllt und die Bindegewebskapseln sitzen fest. Die Niere links mißt 12 : 5 : 4,5 cm, rechts 12 : 5 : 4 cm und beide sind derb von gleichmäßig graubräunlicher Farbe. Ihre Schnittfläche erscheint dunkelrot und besitzt enge Markstrahlen. Die Gefäßknäuel sind als kleine rote Punkte sichtbar. In der Harnblase ist wenig trüber Urin enthalten. Die Vorsteherdrüse ist von gewöhnlicher Größe und nicht verhärtet. Die Schleimhaut der Blase zeigt reichlich feine Blutaderzeichnung. — Der Mastdarm ist leer; seine Schleimhaut glatt. Im Gekröse ist wenig Fett und sitzen vereinzelt kleine, erbsengroße Drüsen. — Im Magen sind 50 ccm trüber Speisebrei mit kleinen Kartoffelstückchen enthalten; die Schleimhaut ist glatt, z. T. angedaut. — Leber: 27 : 18 : 12 cm mit glatter brauner Oberfläche. Ihr Gewebe ist derb und blutreich. — In der Gallenblase ist noch etwas flüssige Galle angesammelt. — Die Bauchschlagader besitzt eine glatte elastische Innenhaut. Der Darmtrakt ist sonst o. B. — Kopfhöhle: Die weichen Schädelbedeckungen zeigen innen keine Blutungen, auch nicht in der Schläfenmuskulatur. Die Schädel-

kappe hat rechts seitlich einen Sprung, ist wenig durchsichtig. Maße 18 : 15 cm und mittlere Knochendicke 5 mm. Die Gefäße der harten Haut sind nur in den Hauptästen teilweise gefüllt. Im Längsblutleiter ist etwas flüssiges Blut, über der linken weichen Hirnhaut ebenfalls. Dieses läßt sich leicht abwischen. Die Gefäße der weichen Hirnhaut sind wenig gefüllt. Die weiche Hirnhaut selbst ist zart. In der linken mittleren und hinteren Schädelgrube ist flüssiges Blut angesammelt, ebenso ist der linke untere Schläfen- und Hinterhauptslappen mit flüssigem Blut durchsetzt. Die weiche Hirnhaut ist links unten blutig durchtränkt. Im Gehirn selbst sind keine grobsichtigen Blutungen. Die weiße Hirnmasse ist auffallend blaß, weich und trocken. In ihr sind vereinzelt kleine Blutpunkte zu sehen. Beide Kammern sind nicht erweitert. Das Adergeflecht und die Gefäßplatte sind zart. Ihre Gefäße wenig mit Blut gefüllt. Die Kernmassen sind überall o. B. Auf Querschnitten in der Brücke und im verlängerten Mark keine grobsichtigen Blutungen. In der Scheitelbeingegend vom Schläfenbeinhöcker ausgehend ein Sprung des Knochens, der schräg nach vorn und dann nach unten verläuft, 10 cm lang ist und in dem großen Keilbeinflügel endet. Ein zweiter Sprung geht vom Sägerand aus bis an den hinteren Türkensattel, er ist 7 cm lang. Der Türkensattel selbst ist unverändert.

Mikroskopischer Befund (Prof. Ziemke): Im Zupfpräparat erscheint der Herzmuskel auffallend brüchig. — Die Gefrierschnitte vom Gehirn, Halsmark und verlängerten Mark zeigen keine mikroskopisch feststellbaren Blutungen oder Veränderungen an den Ganglienzellen, auch nicht bei Nißelfärbung. Nur in den Vorderhörnern des Rückenmarks ist eine auffallend starke Kapillarfüllung sichtbar. — In den Schnitten der Hautwundränder sind die Lagen des stratum corneum vielfach an den Rändern gelockert, wie auseinandergerissen. In der Mitte der Wunden fehlt die cutis ganz, die Papillen liegen frei und sind an manchen Stellen nur mit einer schmalen schwärzlichen Schicht verkohlter cutis bedeckt. Auffallend ist, daß an diesen Stellen in der subcutis die kleinen Gefäße strotzend mit Blut gefüllt sind, besonders auch zwischen den Drüsenknäueln. Das Blut besteht aus kleinen braunen Schollen, die nur undeutlich die Konturen der roten Blutkörperchen erkennen lassen; dazwischen liegen vielfach kleine schwarze Pünktchen (Verbrennungsprodukte?). Bei Zusatz von dünner Hydrazinlösung zu den Gefrierschnitten aus diesen Partien sieht man im Mikrospektroskop ein starkes Hämochromogenspektrum, ein Beweis, daß das Blut hier offenbar durch die Hitze in Hämatin umgewandelt ist. — Die Leber-, Milz- und Nierenschnitte zeigen gleichfalls prall gefüllte Gefäße, zumal die Präparate der Nieren. Mikroskopisch waren keine Strukturveränderungen, sondern nur wenig deutliche Querstreifung der Brustmuskeln festzustellen.

Diagnose: Starkstromverletzung mit ausgedehnten Weichteilveränderungen, Oberarmbruch links und Schädelbasisfraktur rechts. Sofortiger Exitus durch Starkstromunfall.

Hervorzuheben ist

a in klinischer Beziehung: Brandwundenartige Verletzungen über dem dritten Mittelhandknochen rechts, über dem Radiusköpfchen; ausgedehnte tiefe verkohlte Brandwunden über der rechten Schulter mit Eröffnung des Gelenks und Freilegen des Oberarmknochens. Schwere Verbrennung an der linken Schulter mit Verkohlung und Verkrümelung der Muskulatur. Der Knochen ist geschwärzt und im Bereich des Oberarms gebrochen. An den Bruchstellen spezifische Stromspuren in Gestalt von porzellanartigen, perlenförmigen Auflagerungen (Hitzeprodukt aus phosphorsaurem Kalk). Weitere Brandwunden am linken Unterarm und am linken kleinen Finger. Temp. eine Stunde nach dem Unfall in der linken Achselhöhle 67,0 Grad, in der rechten 45 Grad und rektal 37,7 Grad Celsius.

b) in forensischer Beziehung: Spezifische Stromspuren am Knochen und an den Weichteilen. Beobachtungen von Arbeitskollegen des Verunglückten am Unfallsort. Exitus durch Starkstromunfall.

c) in gesundheitstechnischer Beziehung: K. wird das Opfer eines unvorhergesehenen Stromschlusses infolge spontan eintretenden Isolierungvorrichtungsdefektes der Leitung, in dessen Nähe er gerade arbeitete.

Die ausgedehnten tiefgreifenden Gewebszerstörungen sind wohl zum Teil auch mit auf eine Flammenwirkung bei Übergang des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper zu erklären. — Die noch eine Stunde nach dem Unfall in der Chirurgischen Klinik beobachteten Temperaturerhöhungen von 67 Grad bzw. 45 Grad Celsius führt Herr Prof. Ziemke auf spezifisch elektrische Stromwirkunng, d. h. auf Bildung Joulescher Wärme in dem Körpergewebe zurück. Er hält es für unwahrscheinlich, daß eine so starke Erhitzung des Körpers noch stundenlang fortdauern kann, wenn sie nicht im Gewebe selbst, sondern lediglich durch Flammenwirkung von außen zustande gekommen ist. — Wahrscheinlich ist K. im Augenblick, wo er vom Strom getroffen wurde, bewußtlos von der Leiter gestürzt. Dabei hat er sich den Schädelbasisbruch und die Oberarmfraktur zugezogen. Der Schädelbruch mit der folgenden intrakraniellen Blutung wird mit den sofort eingetretenen Tod verschuldet haben.

Wenn wir auf Grund der vorstehenden Beobachtungen die klinischen Erscheinungen noch einmal zusammenfassen, so ergeben sich dabei folgende wichtigen Gesichtspunkte:

Die klinischen Symptome, die ein nicht sogleich tötlicher Unfall durch Kontakt mit elektrischem Starkstrom zur Folge hat, sind außerordentlich verschieden und abhängig von den Stromübergangsbedingungen und der körperlichen Beschaffenheit. Und doch sind auch nach Betrachtung der vorher geschilderten Fälle im wesentlichen zwei Gruppen von Krankheitsbildern voneinander zu trennen. Am besten werden diese Erscheinungen eingeteilt in Lokal- und Allgemeinerscheinungen, Früh- und Spätsymptome, letztere wiederum resultierend aus den frischen Gewebsschädigungen.

Die lokalen Krankheitszeichen sind naturgemäß am ausgesprochensten an der Körperdecke und zwar namentlich dort, wo die Elektrizität ein- und austritt. Sie sind gegeben durch Haarversengungen, Hautverbrennungen der verschiedensten Grade, Erytheme, Ödeme, Excoriationen, schnittförmige Verletzungen mit Gewebsdefekten, lochförmige, geschoßartige Hautdurchtrennungen, denen charakteristischer Weise ein Schußkanal fehlt, lineare scharfrandige Wunden mit verkohltem, gerötetem oder auch vollkommen reaktionslosen Rändern. Diese haben Neigung nach einem gewissen Latenzstadium zur Vergrößerung, sind relativ schmerzlos, heilen langsam, meist ohne Fieberverlauf und größere Eiterung. Sekundärinfektionen sind weniger häufig. Wichtig zu erwähnen sind als Lokalsymptome schrotschußartige Verletzungserscheinungen in Gestalt von punktförmigen Hautsugillationen, ferner stearinartige, homogene feste Hautveränderungen an den Stromübertrittsstellen. Besonders zu beachten ist bei der ersten Untersuchung die Tatsache, daß sich z. B. unter vollkommen unversehrt erscheinender Haar- oder Kleidungsdecke größere Gewebsveränderungen verbergen können, um vor späteren Überraschungen bewahrt zu bleiben. Ganz selten werden diese erst nach Tagen augenscheinlich. Bei innigerem und länger dauerndem Kontakt werden unter für den Strom günstigen Widerstandsbedingungen tiefere Wunden bis auf den Knochen und diesen auch in Mitleidenschaft ziehend beobachtet. Auf der andern Seite können wiederum spezifische Stromspuren oder überhaupt jegliche Spur vermißt werden, wenn der Hautwiderstand außerordentlich gering und der Kontakt nur flüchtig ist.

Unter den allgemeinen Symptomen sind am eklatantesten und häufigsten die von Seiten des Zentralnervensystems. In der Regel tritt mit dem Augenblick der Berührung eines stromführenden Leiters, selten erst nach kurzem Intervall, Bewußtlosigkeit ein. Diese kann ganz kurz oder auch stunden- (siehe Fall 12), ja tagelang dauern und wechseln zwischen einfacher Ohnmacht bis zum tiefen Koma. Versucht der Arzt nach Wiederkehr des Bewußtseins vom Verunglückten selbst Näheres über den Unfall zu erfahren, so entdeckt er meistens eine vollkommene Amnesie. Nicht selten treten einige Stunden nach dem

elektrischen Insult Erscheinungen auf, die auf eine ernsthafte Läsion des Gehirns hindeuten. Der Verunglückte klagt über Kopfschmerzen, zeigt bedrohliche Hirndrucksymptome, wie motorische Unruhe, Verwirrtheit, härteren und langsamer werdenden Puls, Erbrechen usw. In den allerseltensten Fällen bleibt diese Beteiligung des Zentralnervensystems bei schweren Unfällen aus — siehe Fall 5 und 10 — und ist das Bewußtsein erhalten. Gewöhnlich stürzen die Unglücklichen momentan bewußtlos hin oder werden weit weggeschleudert durch die mechanische Gewalt des Stromes und reflexartige Fluchtbewegung oder auch sie bleiben in tetanischer Körperhaltung am Leiter kleben, um erst in schlaffer Körperhaltung zusammenzufallen, wenn der Strom ausgeschaltet bzw. der Erdschluß aufgehoben wird. — Nicht minder gefahrvoll sind die Anzeichen für eine schwere Affektion des Herzens oder auch der Atmungsorgane. Bald steht Respirationsstörung, bald in einem andern Falle Herzschädigung mit Arythmie oder gar Herzstillstand neben Bewußtseinstrübungen im Vordergrund. Außerdem sind noch die verschiedensten Beobachtungen zu machen, wie z. B. gedunsene, zyanotische Gesichtsfarbe, Nasenbluten, Meteorismus, Stuhl- und Harnverhaltung, Albuminurie, Hämoglobinurie, Ikterus. Im Falle 7 hatte der Starkstromunfall u. a. eine Trommelfellperforation zur Folge, im Falle 12 eine Conjunctivitis, Keratitis und Iritis. Drei Monate nach dem Unfall 7 wurde bei diesem Verunglückten eine Cataracta electrica beiderseits als Spätsymptom festgestellt. Alle erwähnten Frühsymptome heilen durchweg mehr oder weniger schnell.

Die Späterscheinungen entwickeln sich einige Monate nach dem Unfall meist auf dem Boden frischer Organschädigungen. Von ihnen seien genannt die traumatische Neurose als Folge des psychischen Effekts der brutalen, plötzlich über den Unglücklichen hereinbrechenden Gewalt, ferner Lähmungs- und trophoneurotische Erscheinungen mit Atrophien ganzer Gliedmaßen einschließlich der Knochensubstanz in ihrer Struktur. Nicht selten sind auch Fälle beobachtet worden, die dem Bilde der tabes dorsalis und progressiven Paralyse sowie der multiplen Sklerose sehr ähneln (9, 13 und 2).

Die Diagnose ist nicht immer leicht zu stellen. Dabei sind folgende Merkmale besonders für ihre Sicherung zu beachten: Charakteristische Stromspuren auf der Haut und an den Kleidungsstücken, Anamnese, bei Amnesie des Verunglückten evtl. von Zeugen zu erfahren, Inaugenscheinnahme der Unfallstelle und Untersuchung der elektrischen Anlage auf Schmelzungsspuren, haften gebliebene Haar- und Hautreste usw.

Die Prognose ist bei der Eigenart der brandwundenartigen Verletzungen mit größter Zurückhaltung zu stellen, selbst dann noch, wenn die ersten akuten Erscheinungen, wie Bewußtseinstrübung, Störungen in der Respiration und der Funktion

des Kreislaufsystems überwunden sind. — Sind diese Symptome von längerer Dauer, so ist die Prognose sehr ernst. In der Regel ist jedoch der erste Eindruck eines elektrischen Traumas ernster, als ihm die tatsächlichen anatomischen Veränderungen entsprechen. Der Grund ist sicher in der psychischen Nebenwirkung gegeben. Verschwindet diese, dann erst ist das Krankheitsbild einigermaßen zu werten. Dabei ist vor einer verfrühten günstigen Prognosestellung insbesondere den Angehörigen des Verunglückten gegenüber nicht dringend genug zu warnen, können sich ja noch nachträglich die Wunden vergrößern, stärkere Nachblutungen, Gehirnerscheinungen, wie Gehirndrucksymptome infolge Ödembildung und in seiner Ursache noch ungeklärter Liquordruckerhöhung usw. einstellen, wie in dem Falle 9. Und selbst wenn der Verunglückte aus der Behandlung entlassen wird, ist noch immer an die Möglichkeit des Eintretens von Spätsymptomen zu denken, wie z. B. drei Monate nach dem geschilderten Unfall des Maschinisten R. S. (Fall 7) sich noch Cataracta electrica beiderseits ausbildeten. Ist ein Jahr und länger seit dem Unfall verstrichen, ohne daß erneut Beschwerden zu verzeichnen sind, dann kann mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit eine günstige Prognose gestellt werden.

Erstes Gebot einer Therapie bei elektrischem Starkstromunfall ist, den Verunglückten aus dem Stromkreis zu retten. Dieses kann am gefahrlosesten für den Retter geschehen durch Ausschalten des Stromes. Besteht diese Möglichkeit nicht, so muß er sich vor allem selbst sorgfältigst isolieren, Gummischuhe, Gummihandschuhe, ein trockenes Brett, einen Stuhl, ein trockenes Tuch oder ähnliches zu Hilfe nehmen. Erdschluß hat er peinlichst zu vermeiden. Stets muß er mindestens ein trockenes Tuch über seine Hände schlagen, wenn er versuchen will, den in Gefahr Schwebenden, an der Leitung Haftenden von dieser durch Emporheben zu befreien. Auf die Weise wird die Leitung Leiter-Körper-Erde unterbrochen. Einfacher noch ist dies unter Umständen zu erreichen, wenn der Betroffene auf Zuruf hochspringt, mit einem Stock umgerissen oder ihm der Stuhl, die Leiter u. ä. unter den Füßen weggezogen wird. Ist dagegen ein Mensch von einem Leitungsdraht umschlungen worden, so muß dieser mit einer möglichst schnell zu beschaffenden Isolierschere durchschnitten werden. Dabei haben sich die Beteiligten vor Blendungsfolgen durch den elektrischen Funken zu schützen. — Ist das Hilfswerk soweit gelungen, dann sind sofort Wiederbelebungsversuche anzustellen, nachdem der meist Bewußtlose horizontal, mit hochgelagertem Kopf, gebettet worden ist. Die Mundhöhle ist vorher auf Fremdkörper (Priem, Zahnprothesen usw.), die oberen Luftwege sind auf etwaige Atmungshindernisse (Schleim, Blut, zurückgesunkene Zunge usw.) zu untersuchen, bevor mit der künstlichen Atmung begonnen wird.

Natürlich müssen zuvor auch engsitzende Kleidungsstücke gelockert werden. Auf die Hochlagerung des Kopfes ist besonders zu achten, damit eine Stauungshyperämie im Gehirn und dadurch stärkere Blutungen aus etwaigen Gefäßrupturen in die Hirnsubstanz und die Medulla oblongata vermieden werden. Ferner muß jegliche Aspiration von etwa aus dem Magen kommenden Speiseresten und Schleim verhindert werden. Diese künstliche Atmung, unterstützt durch Herzmassage, ist solange fortzusetzen, bis die ersten sicheren Zeichen des Todes auftreten. — Der herbeigerufene Arzt wird außerdem noch Cardiaca und Exitantien, wie z. B. Hexoton oder Cardiacol, Kampher, Coffein, Adrenalin, Lobelin u. a. injizieren. Dann wird er von Fall zu Fall eine beschleunigte Überführung in ein nahes Krankenhaus anordnen, wenn Atmung und Pulsschlag sich wieder etwas erholt haben. Dort kann eine symptomatische Behandlung, wie etwa notwendigwerdende Lumbalpunktion bei Hirndruckerscheinungen, Aderlaß usw. und die Wundbehandlung fortgesetzt werden.

Die Behandlung der Starkstromunfälle hat grundsätzlich eine streng konservative zu sein, bis auf wenige Ausnahmen. Diese sind gegeben durch abundante Gefäßblutungen, wie im Falle 6 und 10, durch Gehirndruckerscheinungen (Fall 9), durch toxische Allgemeinerscheinungen auf Grund ausgedehnten Gewebszerfalls (Fall 6). In diesen Fällen mußten natürlich aktivere Maßnahmen — wie Gefäßligaturen und Umstechungen, Lumbalpunktion, Amputation des gangränös veränderten Armes — sofort Platz greifen, weil eine indicatio vitalis vorlag. Außer diesen Indikationen erfordern glatte Durchtrennungen von Nerven und Sehnen sofortige Nahtversorgung. In allen anderen Fällen aber ist an der konservativen Therapie festzuhalten, weil die verheerende Wirkung des elektrischen Stromes auf das Gewebe nie sogleich abzuschätzen ist. Kleinere Wunden können sich noch vergrößern. Die Ausdehnung von Gefäßschädigungen ist unübersehbar und die Lebensfähigkeit des betroffenen Gewebes ist in seiner Größe nicht sicher zu begutachten. Durch Abwarten und konservative Behandlung bleiben unangenehme Überraschungen nach operativem Eingriff, wie Blutungen aus Ligaturstellen an brüchigen Gefäßen aus und vor allem wird eine unnötig verstümmelnde Operation durch vorzeitigen Eingriff vermieden, wenn mit diesem bis zur eindeutigen Demarkation des abgestorbenen Gewebes gewartet wird. Zu dieser Zurückhaltung ist der Operateur um so mehr berechtigt, als die meisten Fälle zu aseptischer Heilung neigen.

Zum Schluß ist noch auf die sehr wichtigen prophylaktischen Maßnahmen hinzuweisen. In erster Linie müssen die breiten Massen des Volkes auf die Eigenheit und die Gefahren der Elektrizität aufmerksam gemacht werden. Sie sind anzuhalten, die Sicherheitsvorschriften peinlichst zu beachten. Nicht

minder wesentlich ist es, für eine Anlage aller brauchbaren Sicherheitsvorrichtungen, insbesondere in großen elektrischen Betrieben, Sorge zu tragen. In diesen Werken ist auch das notwendige Instrumentarium für die erste Hilfe bei elektrischen Unfällen aufzulegen und in Ordnung zu halten. Diese Maßnahmen sind zu ergänzen durch die weitere Erforschung der animalischen Wirkung der Elektrizität und ihrer technischen Fragen. Hier ist noch viel Arbeit zu leisten und eröffnet sich dem Arzt und Elektrotechniker eine dankbare Aufgabe.

Zum Schluß möchte ich noch Herrn Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Anschütz — Chirurgische Universitätsklinik zu Kiel — für die gütige Überlassung dieser Arbeit meinen ergebensten Dank aussprechen. Gleichzeitig bin ich Herrn Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Jores, Herrn Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Heine, Herrn Prof. Dr. Ziemke für die freundliche Überlassung des Archivmaterials und Herrn Prof. Dr. Beck für die bereitwillige Unterstützung und das liebenswürdige Interesse, das er meiner Arbeit zuwandte, sehr zu Dank verpflichtet.

Lebenslauf.

Als Sohn des Landwirts Johannes Egge wurde ich, Peter Egge, — Verfasser dieser Dissertation — am 11. Januar 1900 zu Blankenmoor i. H. geboren. Hier besuchte ich vom Jahre 1906—1908 die Dorfschule und dann in Heide i. H. die Oberrealschule. An dieser bestand ich Ostern 1920 die Reifeprüfung. Anschließend studierte ich in Freiburg, Marburg und Kiel Medizin und machte 1922 in Kiel mein Physikum. Meine klinischen Semester verbrachte ich in Kiel und Freiburg. Im Frühjahr 1926 beschloß ich mein Studium in Freiburg mit dem Staatsexamen. Das praktische Jahr erfüllte ich auf der inneren Abteilung des Kreiskrankenhauses Wernigerode a. H. (Chefarzt Herr Dr. Moldenschardt) und 4 Wochen davon war ich auf der Chirurgischen Abteilung unter Leitung des Herrn Oberarztes Dr. Bernard, Direktor des Krankenhauses. Auf dieser Abteilung war ich vom 1. Januar 1928 bis 31. Dezember 1929 als Assistenzarzt tätig, nachdem ich noch 5 Monate vorher als Volontärarzt an der Landes-Hebammen-Lehranstalt und Frauenklinik zu Braunschweig — Direktor Prof. Dr. Engelhorn — absolviert hatte. Meine Approbation als Arzt erhielt ich am 1. August 1927. Vom 1. Januar 1929 bis zum 1. April 1929 war ich Assistenzarzt auf der Chirurgisch-gynäkologischen Abteilung des Stadtkrankenhauses Neumünster i. H. — Direktor Dr. Graf.

Literatur.

1. Sonnenburg und Tschmarke: Verbrennungen und Erfrierungen. Enke, Stuttgart 1915.
2. Jellinek: Elektropathologie. Enke, Stuttgart 1903.
3. Preußisch-Statistisches Landesamt: Medizinal-statistische Nachrichten. Bd. 1910—1929.
4. Thieme: Handbuch der Unfallheilkunde. Enke, Stuttgart 1910.
5. Jellinek: Animalische Effekte der Elektrizität. Wiener Klin. Wschr. 1902, Nr. 16 und 17.
6. Jellinek: Blitzschlag und elektrische Hochspannung. Wiener Klin. Wschr. 1901, Nr. 28 und 29.
7. Jellinek: Tod durch Elektrizität. Wiener Klin. Wschr. 1905, Nr. 44 und 45.
8. Jellinek: Die Gefahren des elektrischen Betriebes und Hilfe bei Unglücksfällen durch Starkstrom. Wiener Klin. Wschr. 1907, Nr. 46.
9. Jellinek: Pathologie, Therapie und Prophylaxe der elektrischen Unfälle. Deutsche Med. Wschr. 1907, Nr. 10 u. 11.
10. Jellinek: Ist Gleichstrom gefährlicher als Wechselstrom? Wiener Klin. Wschr. 1907, Nr. 46.
11. Jellinek: Organisation und Hilfe bei elektrischen Unfällen. Wiener Klin. Wschr. 1912, S. 962 ff.
12. Jellinek: Über die Bedeutung der Intensität und Art der elektrischen Starkströme auf den Tierkörper. Wiener Klin. Wschr. 1913, S. 1793 ff.
13. Eulenburg: Über Nerven- und Geisteskrankheiten nach elektrischen Unfällen. Berliner Klin. Wschr. 1905, Nr. 2 u. 3
14. Rodenwaldt: Die Wirkung des elektrischen Starkstroms auf den tierischen Körper. Deutsche Med. Wschr. 1908, Nr. 46.
15. Oberst: Verletzungen durch elektrischen Strom. Münchener Med. Wschr. 1909, Nr. 26.
16. Pfahl: Erfahrungen über Verletzungen durch Blitze und Elektrizität. Deutsche Med. Wschr. 1908, Nr. 29.
17. Sandrock: Ein Fall von Starkstromverletzung mit tötlichem Ausgang. Münchener Med. Wschr. 1912, Nr. 48.

18. Riesel: Verbrennung an Schädel, dura mater und Gehirn durch elektrischen Strom. Deutsche Med. Wschr. 1912, Nr. 50.
19. Motzfeld: Über einen durch elektrischen Strom von niederer Spannung verursachten Todesfall.. Wiener Klin. Wschr. 1913, S. 391.
20. Langer: Über Schädelverletzungen durch elektrischen Starkstrom. Bruns Beiträge für Chir. Bd. 90, S. 1914.
21. Aschoff: Elektrizität als Krankheitsursache. Bd. I S. 74 ff.
22. Jellinek: Wann ist die konservative durch aktive Therapie zu ersetzen bei elektrischen Unfällen. Wiener Klin. Wschr. 1928, Nr. 22.
23. Jellinek: Atlas der Elektropathologie.
24. Jellinek: Spurenkunde der Elektrizität. Verlag Franz Deuticke, Leipzig 1927.
25. Jellinek: Der elektrische Unfall. Franz Deuticke, Leipzig 1927.
26. Ziemke: Todesfälle durch elektrischen Strom und ihre Beziehungen zum Unfall. Separatdruck aus der Monatsschrift für Unfallheilkunde und Versicherungsmedizin. 30. Jahrgang, Heft 5 und 6.
27. Kavamura: Elektropathologische Histologie. Virchows Archiv f. pathologische Anatomie und Physiologie, Bd. 231, 1921.
28. Riehl: Spuren des elektrischen Starkstroms in der Haut. Münchener med. Wschr. 1923, Nr. 34.
29. Schridde: Der elektrische Stromtod. Klin. Wschr. Jg. 4 1925, Nr. 45.
30. Schridde: Hautverbrennungen durch hohe Hitze. Klin. Wschr. Nr. 52, 1922.
31. G. Straßmann: Beobachtungen bei elektrischen Todesfällen mit besonderer Berücksichtigung der Haut- und Haarveränderungen. Deutsche Ztschr. f. ges. gerichtl. Medizin 1927.
32. W. Weimann: Zur Histopathologie der Hautveränderungen durch den elektrischen Strom. Deutsche Ztschr. f. ges. gerichtl. Medizin 1927.
33. Ziemke: Todesfälle durch elektrischen Strom und ihre Beziehung zum Unfall. Monatsschrift f. Unfallheilk. und Versicherungsmedizin 1923, Nr. 5.
34. Gubler: Zur Kasuistik der tödlichen elektrischen Schädelverletzungen. Deutsche Ztschr. f. ges. gerichtliche Medizin 1926, Bd. 8.